

NUMERO 767 OCTUBRE 2007

50 AÑOS DE LA CONQUISTA DEL ESPACIO

9 770034 764704



Nuestra portada: *Astronauta trabajando en el espacio desde el brazo robótico .*

REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA NÚMERO 767 OCTUBRE 2007

artículos

50 AÑOS DE LA CONQUISTA DEL ESPACIO
Por Soledad López Fernández, Secretaria de Estado de Defensa 793

EL INTA Y LOS PROGRAMAS ESPACIALES
Por Fernando González García, director general del INTA 794

EL PROGRAMA NACIONAL DE ESPACIO Y LA ESA
Por Manuel Serrano Ariza, jefe del Departamento de Retornos de Programas Científicos e Instalaciones.. 802

LA INDUSTRIA ESPACIAL ESPAÑOLA
Por Juan Francisco Nebrera, presidente de ProEspacio 812

LAS AGENCIAS ESPACIALES EN ESTE ANIVERSARIO
Por David Corral Hernández 816

DESARROLLO DE LANZADORES
Por Miguel Ángel Llorca Palomera, secretario general de la Plataforma Tecnológica Aeroespacial española.. 826

NUEVOS RETOS PARA LA CIENCIA DESDE EL ESPACIO
Por Álvaro Giménez, European Space Agency, ESA, ESTEC 836

VUELOS TRIPULADOS
Por José Antonio González Abeytua, responsable de la División de Sistemas de Misión y Datos DEIMOS Space S.L. 846

LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE
Por Miguel M. Romay Merino, director de GNSS 854

TELECOMUNICACIONES
Por Antonio Abad, ingeniero aeronáutico.. 860

PROGRAMAS DE TELEDETECCIÓN
Por Emilio Chuvieco, catedrático de Geografía, Universidad de Alcalá......... 868

RETOS DE LA MEDICINA ESPACIAL EN EL SIGLO XXI
Por Mario Martínez Ruiz, teniente coronel Médico..................................... 874

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA ESPACIAL. EL ESPACIO EN LA VIDA COTIDIANA
Por Jesús Marco, director Mercado Espacio 882

TURISMO ESPACIAL. ¿VUELOS SUBORBITALES AL ALCANCE DE TODOS?
Por Ángel Ramírez 888

HISTORIA DE LAS ESTACIONES ESPACIALES EN ESPAÑA
Por Jose M. Urech Ribera, ex-director del Centro de Comunicaciones Espaciales de NASA en Madrid 892

FRESNEDILLAS Y LOS HOMBRES DE LA LUNA
Por Jose M. Grandela, jefe de Operaciones INTA-NASA 904

LA CARRERA DE LOS GRANDES TELESCOPIOS
Por Carlos Martínez Roger, subdirector del Instituto de Astrofísica de Canarias 910

MINISATÉLITES, MICROSATÉLITES Y NANOSATÉLITES: UNA OPCION DE FUTURO
Por José Torres 916

LA ATRACCIÓN DEL ESPACIO
Por Álvaro Azcárraga, consultor de SENER.. 922

EL ESPACIO DE SEGURIDAD Y DEFENSA, 25 AÑOS DESPUÉS
Por Fernando Davara Rodríguez 930

50 AÑOS DEL HOMBRE EN EL ESPACIO: EL DERECHO ESPACIAL
Por Rafael García del Poyo, secretario general-Centro Españo de Derecho Espacial...... 940

EL PRIMER SATÉLITE
Por Jose M. Dorado, ingeniero aeronáutico 950

BELKA Y STRELKA
Por Nazareth Díez Antón, Irene Ibarrondo, Pablo Gumiel, Rodrigo Hernando, ganadores del concurso INTA 968

secciones

Editorial 775
Aviación Militar 776
Aviación Civil.......................... 780
Industria y Tecnología.......... 782
Espacio 786
Panorama de la OTAN......... 790
Nuestro Museo..................... 974
Suboficiales.......................... 976
Noticiario 978
El Vigía................................. 990
Internet:
50 años de exploración espacial 992
Recomendamos 994
¿Sabías que..? 995
Bibliografía 996



Director:
Coronel: **Antonio Rodríguez Villena**

Consejo de Redacción:
Coronel: **Santiago Sánchez Ripollés**
Coronel: **Carlos Sánchez Bariego**
Coronel: **Pedro Armero Segura**
Coronel: **Joaquín Díaz Martínez**
Teniente Coronel: **Juan Angel Treceño García**
Teniente Coronel: **Nicolás Murga Mendoza**
Teniente Coronel: **Julio Nieto Sampayo**
Comandante: **Antonio Mª Alonso Ibáñez**
Comandante: **José Luis Medina Saiz**
Teniente: **Juan A. Rodríguez Medina**

SECCIONES FIJAS
AVIACIÓN MILITAR: General **Jesús Pinillos Prieto.** AVIACIÓN CIVIL: **José Antonio Martínez Cabeza.** INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA: Teniente Coronel **Julio Crego Lourido.** ESPACIO: **David Corral Hernández.** PANORAMA DE LA OTAN: General **Federico Yaniz Velasco.** NUESTRO MUSEO: General **Federico Yaniz Velasco** y Subteniente **Enrique Caballero Calderón.** SUBOFICIALES: Subteniente **Enrique Caballero Calderón.** EL VIGÍA: **"Canario" Azaola.** INTERNET: Teniente Coronel **Roberto Plà.** RECOMENDAMOS: Coronel **Santiago Sánchez Ripollés.** ¿SABÍAS QUÉ?: Coronel **Emilio Dáneo Palacios.** BIBLIOGRAFÍA: **Alcano.**

Preimpresión:
Revista de Aeronáutica y Astronáutica

Impresión:
Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire

Número normal ....2,10 euros
Suscripción anual..................................18,12 euros
Suscripción Unión Europea...........................38,47 euros
Suscripción extranjero ....42,08 euros
IVA incluido (más gastos de envío)

SERVICIO HISTÓRICO Y CULTURAL DEL EJÉRCITO DEL AIRE

INSTITUTO DE HISTORIA Y CULTURA AERONÁUTICAS

REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA

Edita



MINISTERIO DE DEFENSA

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

NIPO. 076-07-009-0 (edición en papel)
NIPO. 076-07-010-3 (edición en línea)
Depósito M-5416-1960 - ISSN 0034 - 7.647

Teléfonos
Director:..................................91 550 3914
Redacción: 91 550 3921
91 550 3922
91 550 3923
Suscripciones y Administración:..................91 550 3925
91 550 3916
Fax:...91 550 3935
Correo electrónico: arodvil@ea.mde.es
aaloiba@ea.mde.es
jrodmed@ea.mde.es

Princesa, 88 - 28008 - MADRID

NORMAS DE COLABORACIÓN

Pueden colaborar con la Revista de Aeronáutica y Astronáutica toda persona que lo desee, siempre que se atenga a las siguientes normas:

1. Los artículos deben tener relación con la Aeronáutica y la Astronáutica, las Fuerzas Armadas, el espíritu militar y, en general, con todos los temas que puedan ser de interés para los miembros del Ejército del Aire.

2. Tienen que ser originales y escritos especialmente para la Revista, con estilo adecuado para ser publicados en ella.

3. El texto de los trabajos no puede tener una extensión mayor de OCHO folios de 32 líneas cada uno, que equivalen a unas 3.000 palabras. Aunque los gráficos, fotografías, dibujos y anexos que acompañen al artículo no entran en el cómputo de los ocho folios, se publicarán a juicio de la Redacción y según el espacio disponible.

Los trabajos podrán presentarse indistintamente mecanografiados o en soporte informático, adjuntando copia impresa de los mismos.

4. De los gráficos, dibujos y fotografías se utilizarán aquellos que mejor admitan su reproducción.

5. Además del título deberá figurar el nombre del autor, así como su domicilio y teléfono. Si es militar, su empleo y destino.

6. Cuando se empleen acrónimos, siglas o abreviaturas, la primera vez tras indicar su significado completo, se pondrá entre paréntesis el acrónimo, la sigla o abreviatura correpondiente. Al final de todo artículo podrá indicarse, si es el caso, la bibliografía o trabajos consultados.

7. No se mantendrá correspondencia sobre los trabajos, ni se devolverá ningún original recibido.

8. Toda colaboración publicada será remunerada de acuerdo con las tarifas vigentes dictadas al efecto para el Programa Editorial del Ministerio de Defensa.

9. Los trabajos publicados representan exclusivamente la opinión personal de sus colaboradores.

10. Todo trabajo o colaboración se enviará a:

REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA
Redacción, Princesa, 88. 28008 - MADRID

LIBRERÍAS Y QUIOSCOS DONDE SE PUEDE ADQUIRIR LA REVISTA DE AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA

En **ASTURIAS:** QUIOSCO JUAN CARLOS (JUAN CARLOS PRIETO). C/ Marqués de Urquijo, 18. (Gijón). En **BARCELONA:** LIBRERÍA AERONÁUTICA L'AEROTECA C/ Monseny, 22. 08012. LIBRERÍA DIDAC (REMEDIOS MAYOR GARRIGA). C/Vilamero, 90. En **BILBAO:** LIBRERÍA CAMARA. C/ Euscalduna, 6. En **CADIZ:** LIBRERÍA JAIME (José L. Jaime Serrano). C/ Corneta Soto Guerrero, s/n. En **LA RIOJA:** LIBRERÍA PARACUELLOS. C/ Muro del Carmen, 2. (Logroño). En **MADRID:** QUIOSCO GALAXIA. C/ Fernando el Católico, 86. QUIOSCO CEA BERMÚDEZ. C/ Cea Bermúdez, 43. QUIOSCO CIBELES. Plaza de Cibeles. QUIOSCO PRINCESA. C/ Princesa, 82. QUIOSCO FELIPE II. Avda. Felipe II. LIBRERÍA GAUDÍ. C/ Argensola, 13. QUIOSCO FÉLIX MARTÍNEZ. C/ Sambara, 94. (Pueblo Nuevo). PRENSA CERVANTES (Javier Vizuete). C/ Fenelón, 5. QUIOSCO MARÍA SÁNCHEZ AGUILERA ALEGRE. C/ Goya, 23. En **MURCIA:** REVISTAS MAYOR (Antonio Gomariz). C/ Mayor, 27. (Cartagena). En **VALENCIA:** LIBRERÍA KATHEDRAL (José Miguel Sánchez Sánchez). C/ Linares 6, bajo. En **ZARAGOZA:** ESTABLECIMIENTOS ALMER. C/ San Juan de la Cruz, 3.

Editorial

50 Aniversario de la Era Espacial

EL 4 de octubre de 1957 lanzaba la Unión Soviética al espacio el primer objeto artificial que, cruzando los límites de la estratosfera, sería capaz de orbitar alrededor de la Tierra. El Sputnik 1 inauguró así la Era Espacial. Tres meses después, el lanzamiento del Explorer 1 marcaba el inicio de la aventura espacial de los Estados Unidos. La Guerra Fría alcanzaba así el espacio sideral.

Sin embargo, desde el principio de la carrera por dominar el espacio se vislumbraba ya la necesidad de la cooperación internacional y de poner límites a la utilización de los ingenios para explorar el espacio. Werner Von Braun, generalmente reconocido como el padre de la astronáutica, expresaba su inquietud en el Congreso Internacional de Astronáutica de Ámsterdam de agosto de 1958: "la Humanidad está más cerca de la estrellas, lo que nos conduce a comprender que debemos vivir en paz… Este pequeño planeta, que una vez la gente solía llamar "el mundo"… ha llegado a ser demasiado pequeño para las guerras y las discordias".

En el tan traído y llevado mundo global en el que nos ha tocado vivir, tiene hoy más sentido que nunca esta afirmación: si hace 50 años los especialistas se preguntaban si se libraría la guerra en los espacios siderales, hoy la cuestión debería girar acerca de la función que ha de tener la utilización del espacio extraterrestre en el mantenimiento de la armonía internacional y el mejoramiento de la vida humana en la Tierra.

ESPAÑA es uno de los privilegiados países que puede dedicar parte de sus recursos a la investigación espacial; de esta manera, nuestro país forma parte de la elite tecnológica mundial. En este quehacer, en el que el conocimiento es tan importante como la disponibilidad económica, el Ministerio de Defensa ha estado siempre en primera línea, financiando y utilizando sistemas de comunicaciones o de observación desde el espacio exterior.

El pasado mes de julio, los ministros de Industria y Defensa firmaron el Acuerdo Marco para el desarrollo, financiación, puesta en órbita y explotación del Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite, que convierte a España en el primer país de la Unión Europea que dispondrá de un sistema dual –óptico y radar– de observación por satélite de doble uso (civil y militar).

Este programa, muestra de la consolidada trayectoria de la industria española en el ámbito de los ingenios espaciales, coloca a nuestro país en una posición de privilegio que le otorga independencia y autonomía.

AL mismo tiempo, supondrá para el Gobierno de la Nación tener en sus manos un instrumento tecnológico de primera línea para su aplicación en multitud de campos, desde el control de crisis hasta la gestión de los recursos. Asimismo, dota a España de una valiosa herramienta para su contribución a la paz y seguridad internacionales, objetivo prioritario en la voluntad de los españoles y de nuestros representantes.

Tras la adhesión, en 1988, de España al Programa Helios, 1995 fue el año de lanzamiento al espacio del Helios I, primer satélite militar europeo de observación de la Tierra. La participación del Ejército del Aire en el diseño, operación y explotación de este programa le ha dotado de una experiencia única; experiencia que, sin duda, le coloca en una posición privilegiada a la hora de planear y desarrollar la aplicación militar de nuevos medios espaciales. Con ello, el Ejército del Aire, elemento central del Poder Aéreo en España, se consolida, también en el uso del espacio extraterrestre, como una herramienta básica al servicio de los intereses de la nación.

Nuevo radar de barrido electrónico APG-79 para el F-18E/F

Después de una fase de ensayos y evaluación operativa culminada con éxito, la US Navy ha autorizado la producción del nuevo radar de barrido electrónico que equipará en lo sucesivo los aviones F-18E/F. En total 437 Super Hornet serán equipados con el nuevo radar que aporta características muy superiores al modelo existente, en cuanto a índices de fiabilidad, alcance, precisión en la discriminación, flexibilidad en los modos de uso, velocidad de barrido, capacidad "antijamming", discreción y potencia.



Austria recibe sus primeros eurofighter

En el mes de julio procedente de la factoría de Manching (Alemania) tomó tierra en la base de Zeltweg, el primer Typhoon de la Fuerza Aérea austriaca. Los nuevos aviones sustituirán los Saab 105 y serán dedicados principalmente a la misión de defensa aérea. El contrato con Austria ha sido objeto de complejas negociaciones con ocasión del cambio de gobierno en ese país, quedando reducido a 15 aviones de los 18 previstos inicialmente, con una reducción de 350 M€ sobre los 2,000 M€ previstos y en una configuración menos avanzada, enfocada básicamente a la misión aire-aire. Los primeros nueve aviones serán fabricados en Alemania en configuración Bloque5/ Tranche 1 en lugar de la configuración Tranche 2 inicialmente prevista y los seis restantes serán recuperados del inventario de la Luftwaffe, con 100 o 200 horas de vuelo y actualizados a la configuración contratada. La decisión fue tomada por el gobierno austriaco después de presentarse al Parlamento un informe jurídico, por el que abandonar el contrato costaría a Austria casi tanto como mantenerlo de forma que se impuso la opción de renegociarlo a la baja.

Argentina considera la compra de Mirage 2000 franceses

Francia ha ofrecido a Argentina durante una reciente visita de su Ministro de Defensa a París, la venta de 12 aviones Mirage 2000 B/C excedentes de inventario y por un coste de 50M$. Los Mirage 2000 reemplazarían el escuadrón de ancianos Mirage IIIEA que llevan en servicio desde el año 1973, contemporáneos de los que el Ejército del Aire retiró del servicio en el año 1988. Después del accidente sufrido por uno de estos aviones en el acto público conmemorativo del 25 aniversario de la Guerra de las Malvinas, el gobierno ha urgido su sustitución que lleva pendiente desde el año 2000, tiempo durante el cual Buenos Aires ha considerado otras opciones, como la adquisición de aviones Mirage F-1 de segunda mano procedentes de España, o la de F-16 de los excedentes de la USAF.



Noruega adquiere nuevos Hercules C-130J

La Fuerza Aérea noruega dispondrá de cuatro nuevos Lockheed Martin C-130J "Super Hércules" para sustituir su flota actual de seis C-130H operados por el 335 escuadrón en Oslo. Los aviones existentes tenían ya 38 años y los problemas de mantenibilidad y baja disponibilidad eran cada vez mayores, por lo que se imponía una modernización costosa y temporal o su sustitución por el nuevo modelo. Los aviones comenzarán a llegar en el 2009, para estar el escuadrón totalmente operativo en el 2011. Noruega mantiene todavía abiertas las expectativas de compra de un nuevo caza para sustituir los F-16, entre tres candidatos, el JSF (Joint Strike Fighter) del que es socio de segundo orden, el Eurofighter 2000 "Typhoon" con quien tiene acuerdos de cooperación industrial desde hace varios años y el Saab "Gripen" que valora como opción económica de atractivo industrial y político.



Suecia modernizará 31 "Gripen" JAS 39A/B al último estándar JAS 39 C/D

Con el objetivo de mantener un objetivo de fuerza de 100 cazas homogéneos, del tipo más avanzado, el gobierno sueco ha autorizado la modernización de 31 unidades de los 120 Gripen JAS 39 A/B procedentes de la primera serie y actualmente almacenados en hangares e inmovilizados, fuera de servicio, como medida de ahorro y a la espera de comprador para su venta o modernización. La intención de Gripen Internacional es conseguir fondos del gobierno adicionales para recuperar dos aviones más y convertirlos en demostradores tecnológicos para una nueva generación de Gripen que sería ofrecida a la exportación en los próximos años como alternativa más económica al JSF (Joint Strike Fighter) y Eurofighter 2000 (Typhoon). En nuevo Gripen estaría dotado de un motor F414G, de General Electric, que equipa actualmente al F-18E/F, más potente que el F404, un nuevo radar de barrido electrónico y un 40% más de capacidad de combustible, entre otras mejoras en cabina y sistemas.



El Reino Unido declara oficialmente en alerta sus aviones "Typhoon"

La RAF ha iniciado sus misiones QRA (Quick Reaction Alert) en la Base de Coningsby con dos aviones en alerta 24 horas sustituyendo a los Tornado F3 que llevaban a cabo la misión de defensa aérea en el flanco Sur. Por el momento Tornados y Typhoon se relevarán en esta misión cada mes hasta que a mediados del próximo año quede definitivamente bajo la responsabilidad de los Eurofighter. La RAF pretende declarar un escuadrón operativo en la misión aire-aire y aire-suelo a lo largo del año 2008, ante la posibilidad de tener que aliviar el esfuerzo de sus escuadrones Harrier en Afganistán actualmente muy castigados por la duración y el tipo de misiones que caracterizan este escenario junto con el potencial limitado que les permite su edad.



En su política claramente proclive al material ruso, Venezuela se plantea también la adquisición de un nuevo entrenador avanzado, posiblemente el Yak-130 como opción más probable.

Indonesia se decanta definitivamente por el mercado ruso

Después del embargo estadounidense en 1999 en respuesta al problema de Timor, y a pesar de su levantamiento en 2005 en reconocimiento a su lucha contra el terrorismo, Indonesia ha pasado de ser uno de los clientes más próximos a EEUU, a cliente preferencial del mercado ruso. Según el último acuerdo, Rusia financiará en 15 años un paquete de armamento que incluye misiles y helicópteros por valor 1,200M$. La última adquisición de material relevante fue la de cazas Sukhoy Su-27SKM y Su-30MKK, con el propósito de disponer de un mínimo de 16 cazas para reemplazar los ancianos y mal mantenidos F-16s.

Venezuela recibe el octavo Sukhoi Su-30MK2

Hasta 8 cazas Su-30 MK2 de los 24 adquiridos por Venezuela han sido ya entregados a la Fuerza Aérea de este país. El último de los 16 aviones restantes deberá estar en la base de Luis del Valle García antes de diciembre del 2008. Hasta ahora se han graduado 20 pilotos y 87 mecánicos a través de los cursos de entrenamiento, operando actualmente los aviones sin la supervisión de personal ruso. El presidente Hugo Chaves tiene la intención de comprar adicionalmente 10 aviones de transporte Il-76 junto con otros de reabastecimiento del tipo Il-78 y aviones de alerta temprana AWACS- A-50. Los transportes Il-76 ayudarán a aliviar la carga de la flota de Hércules C-130H con problemas de mantenibilidad debido a los problemas en el suministro de repuestos como consecuencia de las deterioradas relaciones con EEUU. Los aviones de reabastecimiento sustituirán los ancianos KC-137E (Boeing 707) actualmente utilizados por los F-16, y la capacidad de alerta temprana es una antigua aspiración de la Fuerza Aérea venezolana. La flota de aviones G-222, la mayoría de los cuales llevan 10 años sin volar, requiere una solución alternativa después de haberse frustrado el intento de comprar aviones C-295M de EADS CASA al rehusar el gobierno estadounidense aprobar la licencia de exportación de algunos de sus componentes vitales.





La US Navy selecciona finalmente su UCAV embarcado

Northrop Grumman con su X-47B ha sido seleccionado sobre su competidor Boeing con el X-45 para desarrollar el primer vehículo no tripulado capaz de ser lanzado y recuperado desde un portaviones. Con un presupuesto de 635M$, Nortrop Grumman desarrollará dos prototipos con los que se llevarán a cabo los vuelos de prueba y análisis de viabilidad antes de acometer la producción en serie. El primer vuelo está previsto para el 2009 y el primer aterrizaje sobre portaviones en 2011. El horizonte operativo de la US Navy contempla que el 45% de la capacidad de ataque estratégica embarcada para el año 2025, estará compuesta por aviones no tripulados UCACV (Unmanned Combat Air Carrier Vehicule) que complementarán los JSF en misiones independientes o combinadas.

Se entregan los primeros Typhoon bloque 5 en las cuatro naciones eurofighter



Durante este verano han comenzado a entrar en servicio en las cuatro Fuerzas Aéreas los últimos aviones “Typhoon” que constituyen el estándar más avanzado del programa. Estos aviones, finales de serie, incorporan el sensor de infrarrojos “Pirate” que a modo de radar pasivo es capaz de detectar blancos en el espacio por el calor residual de sus motores y proporcionar de forma discreta datos al piloto para su ataque. El avión incorpora también el sistema de aterrizaje de precisión y un modo virtual de ataque que permite el lanzamiento simulado de armas en vuelo para entrenamiento. Adicionalmente se incrementan las características del avión hasta 9Gs en subsónico y 7Gs en supersónico, se completan los modos de disparo aire-suelo y la integración de bombas convencionales y se mejora la integración del misil de corto alcance ASRAAM. El Ejército del Aire ha recibido dos unidades en esa configuración que completan la primera serie de aviones denominada “Tranche 1” con 19 unidades operando en el Ala 11 (BA de Morón). Los aviones iniciales están siendo modificados progresivamente a ese mismo estándar y el primer avión modernizado tiene previsto salir de la factoría de EADS-CASA en Getafe en el 2008, junto con los nuevos aviones de la segunda serie “Tranche 2”.

Ensayos de integración misil Taurus en el avión EF-18

El pasado mes de junio de este año el CLAEX ha completado los ensayos en vuelo de flameo dedicados a la determinación de la envolvente de velocidad de transporte del misil Taurus en el EF-18.

La campaña de vuelos de integración se inició el pasado mes de enero de este año, después de haber completado los ensayos de vibración en tierra, ha transcurrido con aumento progresivo de la velocidad de transporte y ha concluido con los ensayos de flameo supersónicos y a baja cota, todos los vuelos se han realizado con seguimiento en tiempo real de los datos del avión EF-18 instrumentado C.56-56, y en particular la última fase supersónica desde las instaciones del INTA del Arenosillo (Huelva).



Este proceso ha requerido 25 salidas donde se han probado cinco configuraciones diferentes de cargas externas de avión incluyendo la instalación no sólo de misiles Taurus inertes, sino también misiles IRIS-T en estaciones de punta de plano, y misiles AIM-7P en pilones del EF-18.

Se prevé proseguir la integración del misil Taurus en el EF-18 con los ensayos en vuelo de actuaciones, cualidades de vuelo y cargas de transporte.

También está previsto iniciar en el mes de agosto los ensayos de integración software con misiles Taurus funcionales.

Breves

❖ **Boeing** se ha visto obligada a retrasar de nuevo el primer vuelo del prototipo **787**, según se dio a conocer en los primeros días de septiembre. Ahora se contempla el período comprendido entre mediados de noviembre y mediados de diciembre para su realización. Varias son las razones indicadas por Boeing para el retraso. En primer lugar algunos suministradores continúan teniendo problemas para cumplir sus entregas en plazo y condiciones técnicas. También se han citado complicaciones con el software de control de vuelo, problemas de documentación y dificultades de aprovisionamiento de normales (remaches, tornillería y elementos para uniones). De hecho el prototipo presentado en Everett en julio (ver la anterior edición de RAA) llevaba una cantidad significativa de elementos de unión provisionales que está siendo preciso reemplazar por los definitivos como requisito imprescindible para el primer vuelo. Boeing ha indicado, no obstante, que mantiene su objetivo de entregar a la compañía japonesa All Nippon Airways el primer 787 a mediados del mes de mayo de 2008.

❖ Volga-Dnepr Group, Antonov Design Bureau y Motor Sich firmaron en agosto un acuerdo para abrir de nuevo la cadena de montaje del avión carguero **Antonov An-124-100** y proceder a la modernización de los aviones de ese tipo que están en servicio. Volga-Dnepr ha indicado que adquirirá 17 aviones An-124-100 de la reabierta cadena que serán operados por su filial de transporte de cargas de gran volumen. El nuevo An-124-100 llevará cuatro motores Motor Sich D-18T serie IV y su carga de pago máxima será de 150 toneladas métricas. El alcance con una carga de pago de 120 toneladas métricas será de 5.000 km. La cabina de vuelo también será actualizada y la tripulación será ahora de cuatro personas en lugar de las cinco del An-124 original.

❖ El Parlamento Europeo aprobó una resolución a principios de septiembre en la que solicitó a la Comisión Europea y a su Consejo de Ministros la reconsideración de las medidas establecidas el 6 de

Entrega del primer A380 de Singapore Airlines

A mediados del pasado mes de agosto Airbus confirmó que el lunes 15 de octubre tendrá lugar la primera entrega de un A380 a un cliente, cuyo destinatario será la compañía Singapore Airlines. El avión en cuestión es el número tres de producción (MSN003). Una vez celebrada la ceremonia de entrega en Toulouse en esa fecha, el avión partirá un par de días después con destino al aeropuerto Changi de Singapur con el fin de proceder a su entrada en servicio, que está prevista para el 25 del mismo mes con un vuelo Singapur-Sydney.

La gran mayor parte de los billetes para ese viaje fueron puestos en subasta en Internet por Singapore Airlines a través de eBay a partir del 27 de agosto (exceptuadas las plazas ocupadas por dignatarios e invitados). El precio de salida para el billete de clase económica fue de 3,80 dólares, el del billete de business fue de 38 dólares y la plaza en las suites partió de 380 dólares. Se dice que el primer billete vendido por ese procedimiento lo fue a Julian Hayward, residente en Sydney, que habría pagado 100.380 dólares por él. El primer A380 de Singapore Airlines retornará a Singapur al día siguiente de ese histórico primer servicio comercial y, como en el vuelo de ida, un alto porcentaje de los billetes fueron igualmente puestos a subasta entre el 5 y el 10 de septiembre.

El A380 MSN003 realizó su primer vuelo el domingo 7 de mayo de 2006 con una permanencia en el aire de 2 horas y 15 minutos. Su siguiente vuelo le llevó desde Toulouse hasta Hamburgo, lugar donde ha recibido su interior completo. El avión retornó a Toulouse desde allí el 19 de julio, lugar donde se ha concluido la preparación previa a su entrega.

China decide no aprobar nuevas compañías aéreas hasta 2010

La CAAC (Civil Aviation Administration of China) dio a conocer a mediados de agosto su decisión de no conceder más licencias para el establecimiento de compañías aéreas hasta el año 2010. La razón argüida se resume en pocas palabras diciendo que la Administración China de Aviación Civil considera que la industria del transporte aéreo se está desarrollando demasiado deprisa en aquel país.

Tal parece que el estado de la organización y la gestión del espacio aéreo chino en la actualidad aconsejan restringir el crecimiento del tráfico por razones de seguridad, más aún a la vista de los Juegos Olímpicos que deben tener lugar el año próximo. La CAAC ha indicado además que una vez que se vuelva a abrir la puerta a la formación de nuevas compañías, las condiciones exigidas para ello serán sensiblemente más estrictas. En el fondo subyace la intención de controlar la "calidad" de las nuevas compañías, pero también la decisión de ralentizar el crecimiento de la industria del transporte aéreo en China. De hecho la CAAC comenzó en agosto a restringir las operaciones en el aeropuerto de Pekín, suprimiendo 48 vuelos de tipo regional en las horas punta.

Una serie de datos ya contrastados justifican el proceder



El primer A380 de Singapore Airlines (MSN003) durante su partida de Hamburgo con destino a Toulouse el 19 de julio. -Airbus-



Primer vuelo del motor Rolls-Royce Trent 1000 a bordo de un Boeing 747 modificado el pasado mes de junio. -Rolls-Royce-

de las autoridades chinas. De entrada, en los últimos años el transporte aéreo en la República Popular ha venido registrando un incremento sostenido del orden del 16%. Sin ir más lejos, en el primer semestre de 2007 el movimiento de pasajeros fue superior en un 17,5% al del primer semestre de 2006, mientras el tráfico de mercancías subió un 11,5% en idénticas referencias temporales. Es interesante notar, no obstante, que ese desarrollo no es homogéneo a lo largo del extenso territorio chino. La zona este del país concentra la mayor parte del movimiento en detrimento de la zona oeste. Algunas compañías están ya actuando en el sentido de mejorar los servicios aéreos en el sector occidental.

Es una realidad bien identificada por las autoridades chinas que la industria del transporte aéreo de su país se enfrenta a una falta de profesionales, desde pilotos hasta controladores aéreos y técnicos en los campos de las infraestructuras, en especial aeroportuarias. Huelga decir que ese apartado es un riesgo cierto para la seguridad si no se adecúa la oferta a la demanda.

La creación de compañías regionales ha adoptado un rápido ritmo en los últimos años, algo nada extraño si se tiene en cuenta la superficie de China y las deficiencias del transporte en extensas zonas del país. Quizá el termómetro que mejor mide la evolución del transporte aéreo en China viene de la mano de las compras de aviones. Este año la flota de las compañías chinas se va a incrementar en unos 150 aviones frente a los 135 que añadieron en 2006. Las previsiones de la CAAC dicen que en 2008 llegarán 140 nuevos aviones, 160 en 2009 y 140 en 2010.

Certificado el Rolls-Royce Trent 1000

El 7 de agosto recibió su certificado el motor Rolls-Royce 1000 de manera conjunta por parte de la European Aviation Safety Agency (EASA) y la Federal Aviation Administration (FAA) de los Estados Unidos. El Trent 1000 está destinado a los aviones Boeing 787 y Airbus A350 XWB, y en su proceso de certificación han participado un total de nueve motores “prototipo”, el primero de los cuales rodó en banco por vez primera 18 meses antes de la recién obtenida certificación. El vuelo inaugural de un Trent -montado como motor número 2 a bordo de un Boeing 747 modificado para ensayos- tuvo lugar el pasado 19 de junio. Diez motores más serán empleados en los ensayos de certificación del Boeing 787. Los motores Trent 1000 de serie comenzarán a llegar a la factoría de Boeing de Everett durante el primer trimestre del año próximo.

En la fecha del certificado, el Trent 1000 ya había sumado ventas por más de 500 unidades repartidas entre 15 compañías aéreas y cinco empresas de leasing, todas ellas futuras usuarias del Boeing 787. Algunos clientes del 787 no habían tomado aún decisión acerca del tipo de motor (la otras alternativa es el GE Aviation GEnx), pero esas cifras suponen que aproximadamente el 50% de los ya decididos habían seleccionado la opción Rolls-Royce.

Breves

noviembre por el reglamento europeo 1546/06, que limitaron la cantidad de líquidos que pueden transportar los pasajeros de los aviones comerciales en sus equipajes de mano. La resolución pide que se revise “de manera urgente” ese reglamento. Sus patrocinadores sostienen que “si bien la necesidad de una seguridad fiable es indiscutible, las medidas correspondientes deben estar diseñadas con realismo para minimizar el riesgo sin ser desproporcionadas”.

❖ **Embraer** se enfrenta a una inquietante situación industrial. Sus cifras de beneficios decrecen de manera significativa aunque sus ventas aumentan. A lo largo del segundo trimestre de este año los beneficios cayeron nada menos que un 51,6% con relación a idéntico período del año 2006, mientras que las ventas ascendieron un 11,3% frente a esa misma referencia. La razón está fundamentalmente en los altos costes industriales generados por el efecto combinado de las alzas salariales, los ciclos de producción excesivamente largos y las inversiones en la formación del personal. Según el presidente de la empresa brasileña, la construcción en Brasil del ala de los Embraer 190/195 es el mayor reto que tiene en la actualidad. Esa actividad estaba previamente asignada a la japonesa Kawasaki Heavy Industries.

❖ **ATR** continúa sumando éxitos con sus turbohélices regionales. Recientemente firmó su primer contrato con una compañía aérea de Indonesia, en concreto con Batavia Air, y fue desde luego un contrato significativo. Batavia ha adquirido diez aviones ATR72-500 y ha establecido opciones por otras diez unidades. Su objetivo es competir con esos turbohélices en rutas que otras compañías realizan actualmente con aviones de Airbus y Boeing, aprovechando sus características para ofrecer flexibilidad y tarifas menores. Las entregas de los ATR72-500 de la compañía indonesia se prolongarán hasta 2010.

El Boeing X-48B realiza su primer vuelo

El demostrador tecnológico Boeing X-48B BWB (Blended Wing Body) fabricado para experimentar con formas de aeronave donde el fuselaje y el ala se confunden, ha realizado su primer vuelo el 20 de julio en la base aérea de Edwards

El avión voló durante media hora a una altitud de siete mil pies con control remoto, significando un importante hito en el desarrollo del programa, que ha permitido chequear la eficiencia operacional, aerodinámica y estructural del concepto BWB.

El X48B fue desarrollado por Boeing Phantom Works en cooperación con la NASA y el laboratorio de investigación de la USAF con el propósito de recoger información detallada acerca de las características de estabilidad y control de vuelo del diseño BWB, especialmente durante el despegue y aterrizaje.

Una vez finalizados los ensayos a baja velocidad, el X-48B será usado para probar las características de bajo nivel de ruido del concepto y sus actuaciones a velocidades transónicas.

En su actual configuración de baja velocidad, el X48B es capaz de alcanzar una altitud de diez mil pies y una velocidad de 120 nudos. Para los ensayos a alta velocidad el avión tendrá que ser modificado, no habiéndose revelado hasta el momento los cambios a incorporar.

El BWB tiene una apariencia similar a un ala volante, pero difiere de ésta en que tiene embebido de una manera suave un fuselaje ancho sin cola. Este diseño ayuda a generar sustentación adicional y reducir resistencia cuando se compara con un fuselaje circular convencional.

La unidad de Sistemas Avanzados de la división de Sistemas Integrados de Defensa (IDS) de Boeing está siguiendo de cerca los resultados del programa para analizar la validez del diseño en el desarrollo de futuros aviones de transporte de alta capacidad y largo alcance, incluyendo cisternas.

La aparición de aviones que incorporen el concepto BWB está todavía alejada ocho o diez años en el tiempo, manteniéndose hoy en día sin resolver problemas inherentes al diseño básico. Uno de los grandes retos de este programa es como presurizar un fuselaje no circular en un entorno de peso aceptable.





La empresa israelí Elbit desarrolla el Hermes 900

Ante la creciente demanda de plataformas aéreas no tripuladas (UAV) de gran autonomía y media altitud (MALE), la empresa israelí Elbit System va a lanzar al mercado una plataforma de tamaño medio denominada Hermes 900.

Situado en una banda de requerimientos entre el Hermes 450 y el bimotor de gran autonomía Hermes 1500, el Hermes 900 tendrá un peso máximo al despegue de 970 Kg y una envergadura de alas de quince metros, una mayor altitud y autonomía y una carga de pago de hasta 300 Kg.

Diseñado para lograr máxima autonomía, el avión usa tren retráctil para reducir resistencia aerodinámica. Su sistema automático de despegue y aterrizaje IATOL (Independent Auto Take Off Landing) permite los aterrizajes automáticos en pistas no instrumentadas. La parte frontal del fuselaje del avión puede ser configurada de manera que permita embarcar una terminal de comunicaciones satélite para misiones más allá de la línea visual.

Como el Hermes 450, el nuevo UAV dispone de una estructura electrónica y de aviónica totalmente redundante y tolerante al daño. Dispone de procedimientos de emergencia autónomos, radio ATC (Air Traffic Control), repetidor de radio y equipo IFF. El modelo 900 usa un motor Rotax 914 de cien caballos de potencia.

El Hermes 900 tendrá una completa compatibilidad con el Hermes 450 en controles de misión e infraestructura de apoyo; esto permite el control de dos plataformas aéreas en cualquier momento desde una única estación de tierra que disponga de dos terminales de datos.

El sistema Hermes 900 apoya numerosas misiones y aplicaciones especializadas, tales como reconocimiento electro-óptico e infrarrojo, designación láser, así como SAR/GMTI, COMINT DF y ELINT.

España aprueba el presupuesto para iniciar el programa Advanced UAV

El Consejo de Ministros ha autorizado la suscripción y aprobación de un gasto derivado del acuerdo técnico entre los ministerios de Defensa de Francia, Alemania y España, relativo a la fase inicial de reducción de riesgos del programa “Advanced UAV System” (Sistema avanzado de aeronaves no tripuladas).

El objeto de este programa es dotar a las Fuerzas Armadas de un sistema de Aviones No Tripulados (UAVs) tipo MALE (Altitud media y elevada autonomía de vuelo) para misiones de inteligencia, reconocimiento, vigilancia y adquisición de objetivos.

En abril de 2006 los directores de Armamento de Alemania, Francia y España iniciaron las conversaciones para comenzar el programa con una fase de reducción de riesgos. En esta fase, EADS realizará un estudio de viabilidad en el que se valorarán distintas opciones y se seleccionará aquella que mejor compagine ne-

cesidades, recursos, riesgos y plazos.

El Acuerdo Técnico que autoriza el Consejo de Ministros tiene como objetivo contratar con la industria una fase de reducción de riesgos y obtener suficiente información para lanzar un programa a gran escala de desarrollo y producción.

Los costes del programa en la fase de reducción de riesgos ascienden a la cantidad de 23,14 millones de euros, a distribuir en los años 2007, 2008 y 2009 y la industria aeronáutica española aspira a responsabilizarse en un futuro del treinta y tres por ciento del trabajo requerido en la siguiente fase de diseño y desarrollo.

El Boeing A-160T realiza su primer vuelo

El primer vuelo del helicóptero no tripulado de Boeing A160T Hummingbird fue realizado con éxito el 15 de junio desde un aeródromo cercano a Victorville, California. Durante dicho vuelo el helicóptero se sostuvo con efecto suelo unos doce minutos. Están previstos vuelos adicionales para realizar los ensayos en vuelo del nuevo motor

La nueva aeronave VTOL no tripulada está propulsada por un motor de turbina reemplazando al motor de pistón que instalaban los primeros modelos.

El Mando de Operaciones Especiales americano US SOCOM (Special Operations Command) ya ha realizado algunos pedidos.

Cinco alternativas de carga de pago han sido identificadas para el A-160, incluyendo sensores IR/EO y varios radares.

La aeronave será capaz de transportar hasta 1.000 libras de carga de pago o volar una distancia de 2.500 millas con una carga de pago de trescientas libras durante unas veinte horas. Con la nueva propulsión Boeing está planeando incrementar la autonomía a veinticuatro horas y posteriormente a treinta y seis.

El Hummingbird ofrece características únicas en un UAV de su clase. La plataforma tiene un diámetro de rotor de 36 pies y una longitud de 35 pies. Está configurada para un peso máximo al despegue de 4.000 a 5.000 libras. En misiones de larga duración el A-160T será capaz de volar a velocidades de hasta 140 nudos y altitudes de entre 25.000 y 30.000 pies, pudiendo permanecer durante horas a altitudes de 15.000 pies.



Alenia desarrolla un nuevo demostrador UAV denominado "Sky Y"

A continuación del demostrador inicial de tecnologías aplicables a los UAV "SkyX" propulsado por un turborreactor, Alenia Aeronáutica está desarrollando una segunda plataforma denominada "Sky Y" diseñada para experimentar tecnologías aplicables a misiones de reconocimiento y vigilancia que impliquen gran autonomía y altitudes medias de vuelo, requeridas para el desarrollo de futuros MALE UAVs, incluyendo sensores, transmisión de datos, y sistema de procesamiento de datos.



El objetivo del desarrollo de estas tecnologías es poder usarlas en la nueva plataforma MALE UAV de Alenia Aeronáutica denominada Molynx, propulsada por dos motores y diseñada específicamente para misiones de protección civil y reconocimiento. Además del proyecto Molynx, Alenia esta desarrollando una plataforma MALE UAV para aplicaciones militares de una clase similar al Predator B y al IAI Heron TP.

El Sky tiene un tamaño reducido con relación a una plataforma MALE, su envergadura es de 9,9 metros y su longitud de 9,7 metros. El peso al despegue es de 1.200 Kg y su peso en vacío de 850 Kg, pudiendo llevar una carga de pago de unos 150 Kg y unos 200 Kg de combustible. La potencia total disponible a bordo es de unos 200 Hp.

El Sky Y vuela a una altitud de crucero de 25.000 pies y una autonomía de misión de unas 14 horas con un alcance de 500 millas y una velocidad de crucero de 140 nudos.

El nuevo demostrador ensayará técnicas de fabricación innovadoras, verificará la aeronavegabilidad de estructuras fabricadas completamente en fibra de carbono y sistemas de propulsión diesel.

El avión ensayará además, varios sistemas desarrollados por el grupo Finmeccanica, entre los que se incluyen un nuevo sistema de control de vuelo, cargas de pago y equipos de misión para vigilancia terrestre; sistemas de transferencia de datos de Selex Communications, y cargas de pago electro-ópticas de Galileo Aviónica.

EL HTH, un proyecto de Eurocopter para un helicóptero de transporte pesado

Los helicópteros de transporte táctico pesado que actualmente prestan servicio en los distintos ejércitos europeos continuarán en servicio entre veinte y veinticinco años más, con lo que sus relevos deberán estar listos alrededor del 2015 a 2020. Ante este panorama Eurocopter ha empezado a desarrollar una solución que se conoce con las siglas HTH (Heavy Transport Helicopter).

Aunque el programa está en un estado muy incipiente, Eurocopter lo ha presentado en Francia y Alemania como una oferta no solicitada de un nuevo helicóptero táctico pesado, cuyo objetivo es sustituir a la veterana flota de Sikorsky CH-53 alemana y de AS321 Super Frelon francesa, estimándose unas necesidades



conjuntas de entre 150 y 200 unidades.

Los requerimientos a nivel general que se le están exigiendo a este tipo de transporte son: un radio de acción del orden de los 1.000 km con sus propios depósitos de combustible y capacidad de reabastecimiento en vuelo, ser capaz de transportar una carga de entre diez y trece toneladas, alcanzar una velocidad de crucero de unos 300 Km/h e incorporar las últimas tecnologías en materiales, control de vuelo y electrónica.

En la actualidad sólo existen tres helicópteros en servicio en todo el mundo que cumplen parcialmente con los requerimientos que empiezan a demandar los ejércitos europeos: el Boeing CH-47 Chinook, el Sikorsky CH-53 Stallion, ambos estadounidenses y el ruso Mil Mi-26 Halo. Eurocopter mantiene abierto el diálogo con todas las empresas fabricantes de dichos modelos, aunque se considera con capacidad para liderar un programa de estas características.

Desde un punto de vista industrial hay muchas ventajas que justifican una asociación estratégica transoceánica entre Eurocopter y Sikorsky. Es un hecho aceptado ya, que los materiales compuestos y de fibra de carbono para el fuselaje, así como la tecnología de los rotores de cola que ofrece Eurocopter a Sikorsky para el programa CH-53K mejoran mucho los resultados y comportamiento del helicóptero, reduciendo el coste del ciclo de vida. Esta cooperación, que podría llegar a materializarse sobre la base de ser ambas empresas subcontratistas recíprocos dependiendo de quien sea el usuario final, podría dar lugar a una sólida presencia de Sikorsky en el programa europeo HTH, siendo la empresa norteamericana el suministrador de todo el sistema dinámico.

España también se configura como un posible participante en el programa HTH, como sustituto de los actuales Boeing CH-47D Chinook de las FAMET y sobre todo tras la fuerte apuesta que el gobierno actual ha hecho por Eurocopter. Las necesidades operativas de las FAMET podrían estar en torno a los 20 helicópteros.

La recién creada Agencia de Defensa Europea (EDA) ha propiciado una iniciativa para armonizar los requerimientos de los ejércitos europeos y Eurocopter ha constituido ya un equipo para definir los criterios técnicos y las posibles opciones de cooperación que permitan el mejor cumplimiento de los mismos, y al mismo tiempo, la salvaguarda y desarrollo de la base industrial europea.

Australia se replantea cooperar en el desarrollo del P-8A

Australia va a comenzar negociaciones formales con la US Navy para incorporarse al desarrollo del avión marítimo multimisión de Boeing P-8A Poseidon.

Aunque la aprobación de la primera fase por el gobierno australiano no garantiza una eventual adquisición, la decisión confirma al P-8A como favorito en el contrato de 3,5 millones de dólares americanos para reemplazar a los actuales 19 aviones de patrulla marítima AP-3C de las Fuerzas Armadas australianas (Existe un avión adicional para misiones de inteligencia de señales).

En el 2005 Australia decide no invertir en la fase de diseño y desarrollo del sistema P-8A, pero ha mantenido estrechos contactos tanto con Boeing como con la US Navy para el desarrollo de la estructura y los sensores.

El AP-3C será retirado del servicio aproximadamente en el 2018, por lo que una decisión final sobre su reemplazamiento por un avión tripulado será tomada entre 2011 y 2014.

Un presupuesto adicional, de aproximadamente un millón de dólares americanos ha sido presupuestado en un proyecto denominado Air 7000 que tiene como objetivo la adquisición de un vehiculo aéreo no tripulado (UAV) de gran altitud y gran autonomía (HALE), para llevar a cabo misiones de reconocimiento, vigilancia e inteligencia, tanto sobre el mar como sobre tierra. El Northrop Grumman RQ-4N Global Hawk y General Atomics MQ-9 Mariner son candidatos en este concurso y se espera una decisión en los próximos meses, teniendo prevista la entrada en servicio en el 2011.

El diseño del P-8A está basado en la plataforma comercial de Boeing 737 al igual que el programa de alerta temprana y control de la Fuerza Aérea australiana Wedgetail con el que se han adquirido





seis unidades, aunque el primero utiliza el modelo 737-900 que permite una mayor autonomía y carga de pago.

La US Navy comprará 108 aviones Poseidón para reemplazar a los P-3C. y la capacidad operacional inicial está establecida en el 2013. La India está considerando el P-8I, una versión clientizada para sus requerimientos marítimos.

Los helicópteros NH-90 españoles instalarán motores General Electric

El ministerio de Defensa ha adjudicado a General Electric (GE) el contrato para el suministro de los motores de los 45 nuevos helicópteros NH-90 de las Fuerzas Armadas. La oferta del grupo estadounidense se ha impuesto a la de su rival Rolls Royce, que es el fabricante que han elegido la gran mayoría de los países que han contratado este modelo de helicóptero.

El presidente de GE España manifestó que los puntos fuertes de su propuesta han sido el rendimiento de los motores CT7-8F5, su fiabilidad y las condiciones económicas e industriales de la oferta. En lo referente a transferencia de trabajo y tecnología a la industria aeronáutica española declaró que el contrato servirá para fortalecer su competitividad y su capacitación, estando prevista la fabricación de un alto porcentaje de los motores en España, así como la de algunos componentes.

Según fuentes del sector, la empresa nacional que más se beneficiará de este contrato será ITP, gracias al centro de mantenimiento y montaje de motores de helicópteros que tiene previsto montar en Albacete, aprovechando la instalación que Eurocopter tiene en la localidad. Este centro, en el que ITP tiene previsto invertir inicialmente 13 millones de euros, se encargará de los trabajos de mantenimiento de motores que generen tanto los helicópteros NH-90 de las Fuerzas Armadas como los EC135 del Ministerio del Interior.

El contrato de compra de 45 helicópteros NH-90 firmado el pasado diez de enero asciende a 1260 millones de euros, excluido el apoyo logístico. El centro de Eurocopter en Albacete fabricará el fuselaje delantero del helicóptero para todos los clientes y se encargará del montaje final de los helicópteros españoles. Defensa recibirá las aeronaves entre el 2012 y el 2018 a razón de seis o siete al año. El NH90, del que se han vendido 445 unidades a 13 países, corre a cargo de un consorcio formado por Eurocopter (62,5%), la italiana Augusta (32%) y la holandesa Stork Fokker (5,5%).

El Ejército del Aire adquiere dos unidades más del avión EADS CASA C-295

El Ejercito del Aire ha adquirido recientemente dos unidades más del avión de transporte militar EADS CASA C-295. La flota de estos aviones que opera el Ejército del Aire suma un total de 13 unidades. A los 9 primeros aviones adquiridos en diciembre del 2000 se sumaron 1 más en diciembre de 2005 y otro en diciembre de 2006.

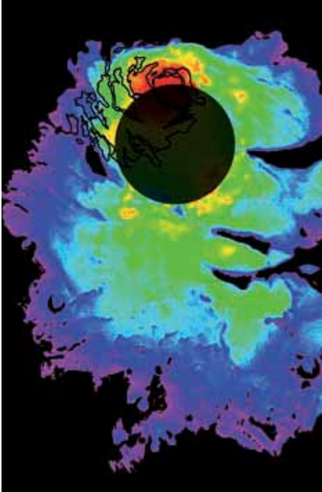
El EADS CASA C-295 es un avión de transporte militar de peso medio de dos motores de 2.645 CV de potencia cada uno, con una carga de pago máxima de 9.250 kg y capaz de transportar 73 personas o 5 palets estándar 88”x108”.

El C-295 se utiliza no solamente como respuesta a las necesidades operacionales crecientes y cada vez más sofisticadas requeridas por las nuevas misiones militares, tales como el despliegue de Fuerzas de Reacción Rápida, sino también en operaciones de paz, humanitarias o de ayuda en caso de desastres naturales.



Agua, agua, agua

Los científicos han informado del primer descubrimiento concluyente de la presencia de vapor de agua en la atmósfera de un planeta situado fuera del Sistema Solar. Las observaciones realizadas en luz infrarroja por el telescopio espacial Spitzer de la NASA tuvieron como objetivo al planeta gigante gaseoso HD 189733b, situado a 63 años luz en la constelación Vulpecula. Su temperatura es de unos 700 °C, por lo que la gran cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera no puede condensarse para descender como lluvia ni formar nubes, por ello la presencia de vapor de agua no implica necesariamente la existencia de vida. Aunque al ser un gigante gaseoso el planeta queda descartado para la búsqueda de vida, los resultados que ofrece aumentan la esperanza de detectar agua en otros planetas. Mientras, en Marte continúa la actividad. Según datos recuperados de los experimentos realizados por la sonda Viking hace más de 30 años, parece ser que el 0,1 por ciento del suelo marciano podría tener algún origen biológico y podría contener vida microbiana. De acuerdo a esta nueva interpretación de la información recolectada la nave pudo haber encontrado huellas de una extraña forma de vida basada en peróxido de oxígeno, un hecho apenas comparable con los niveles de biomasa encontrados en algunas capas subterráneas de hielo de la Antártida en las que se encuentran toda una serie de resistentes bacterias y líquenes. En la superficie del planeta, después de seis semanas detenidos por las fuertes tormentas de arena que impedían recoger energía solar, los robots Spirit y Opportunity de la NASA han reanudado su concienzuda marcha y ya han superado al Viking Lander 2 como las naves con mayor actividad en la superficie de Marte. En camino hacia el planeta se encuentra la misión Phoenix y se espera que llegue a la región polar norte de Marte el próximo 25 de mayo. Cuando llegue a su destino usará un escudo protector térmico para no incinerarse en la



entrada atmosférica, paracaídas y cohetes propulsores para frenar su contacto con el terreno, una superficie que se cree cubre una capa gruesa de agua congelada. El brazo robótico de la sonda, con una longitud de 2,3 metros, está equipado con un taladro y otros instrumentos para perforar el suelo y obtener muestras con las que proporcionar a los científicos datos sobre el agua de Marte, si fue líquida en el pasado o si contiene moléculas orgánicas, ambas condiciones determinantes para asegurar que Marte puede ser habitable para el ser humano. En su última fase del camino, entrada, descenso y contacto con la superficie, la nave de la NASA será supervisada por la Mars Express de la ESA, un nuevo ejemplo de cooperación internacional y de trabajo en la red interplanetaria. Uno de los instrumentos a bordo de Mars Express es el sistema Mars Express Lander Communications (MELACOM), diseñado para comunicarse con sondas situadas en la superficie del planeta, como la desaparecida Beagle 2 o los dos infatigables rovers de la NASA.



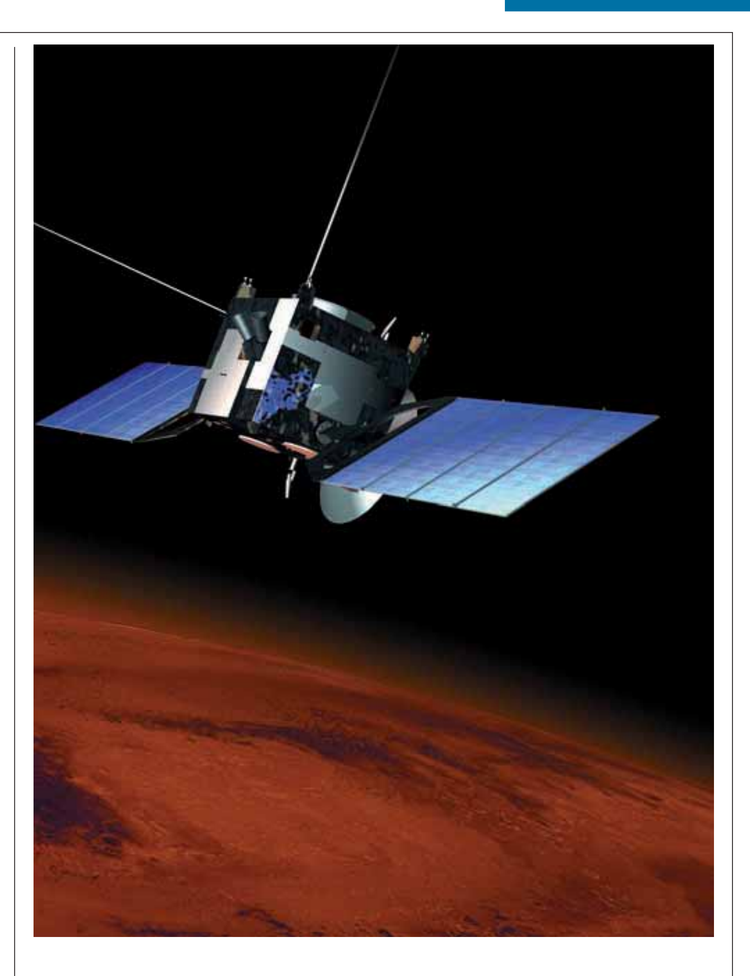
Astronomía desde el sillón

Ahora explorar el Cosmos ya no hará necesario ni fuertes desembolsos económicos en telescopios, ni avanzados conocimientos de astronomía. Con tener un ordenador y conexión a Internet el servicio Google Sky nos permitirá, a ritmo de clicks, recorrer galaxias, constelaciones, estrellas y planetas de la misma manera con la que se viaja por la Tierra con el Google Earth. El programa está disponible en la página web <earth.google.es> y al acceder a él se despliega en la pantalla el firmamento situado encima de la ubicación que se elija en la Tierra. Una vez allí es posible hacer zoom hacia rincones remotos a millones de años luz, rotar la vista, cambiar la inclinación o simplemente dejarse llevar entre 100 millones de estrellas y 200 millones de galaxias disponibles. Como opciones se encuentran las líneas de las constelaciones, los nombres de los cuerpos celestes, las impresionantes imágenes del Universo tomadas por telescopio espacial de la NASA Hubble, links con información adicional, simulaciones animadas de las órbitas de los planetas o de los diferentes

momentos de la vida de una estrella, admirar el movimiento y las fases de la luna o localizar los siete planetas oficiales. Sky ha sido desarrollada por Google articulando imágenes procedentes de numerosos observatorios terrestres y espaciales y con los datos provenientes de la NASA, con la que la empresa firmó un acuerdo en diciembre de 2006. Esta no se trata de la primera incursión de Google en el espacio, la “frontera final”. En marzo de 2006 lanzó la aplicación Google Mars, con la que es posible navegar por la geografía y los lugares alcanzados por diferentes misiones espaciales en el planeta rojo, y Google Moon, para ver parte de la superficie lunar mediante imágenes aportadas por la NASA. Otras opciones en la Red son Celestia, una simulación que permite viajar por el Sistema Solar y más allá, y Magrathea, para recrear universos 3D y explorar planetas construidos a escala real y crear también nuevos mundos.

50 misiones para la ESA

La comunidad científica europea ha respondido con entusiasmo a la petición de proyectos para misiones espaciales planteado a comienzos de este año por la ESA. En total han sido 50 las propuestas llegadas, el doble de las recibidas en la petición anterior realizada en octubre de 1999, y cubren aspectos como la búsqueda de planetas extrapolares, estudiar Júpiter y su satélite Europa o investigar las leyes de la Gravedad. Muchas de ellas incluso incluyen como necesidad la colaboración con otras agencias espaciales del mundo, uno de los pilares fundamentales del espíritu de trabajo de la ESA y



su programa científico. De todas ellas serán seleccionadas tres para misiones de tipo medio (presupuestos hasta 300 millones de euros) y otras tres para tipo grande (presupuestos hasta 650 millones de euros). Las ganadoras deberán cumplir con los objetivos del plan de la ESA Cosmic Vision 2015-2025, en el que se incluyen temas como el estudio de las condiciones para la formación de vida y planetas en el Universo, el origen del Sistema Solar, las leyes fundamentales que rigen nuestro Cosmos o el origen, estructura y evolución del Universo. Los primeros lanzamientos están previstos para 2017 y 2018.

Un premio lunar

Después de que la SpaceShipOne se alzase con el Premio por la hazaña de lograr vuelos suborbitales con una nave creada por una empresa privada, los organizadores de nuevos retos y concursos buscaron una meta más alta, la Luna. El Northrop Grumman Lunar Lander Challenge, pensado para llevar una nave hasta la superficie de nuestro satélite, se ha dividido en 2 apartados. En el primero los competidores deben conseguir un cohete que despegue desde un área determinada, se eleve hasta los 50 metros y desde allí descienda planeando durante noventa segundos hasta un punto preciso situado a 100 metros del punto de partida. Una vez llegado al destino el vuelo se tendrá que completar de nuevo a la inversa y todo ello en un periodo de tiempo inferior a las dos horas y media, incluyendo todos lo preparativos previos que sean necesarios. El segundo se presenta mucho más complejo ya que simula un escenario similar al que se enfrenta una misión de

alunizaje. Los requerimientos son muy superiores a los del primer apartado al pedir el doble en casi todos los apartados y una altísima precisión en las tomas. Según la Fundación del Premio X, los impulsores de la carrera espacial desde los sectores privados, ya hay nueve equipos apuntados a esta competición y parece ser que la Armadillo Aerospace Corporation es la que tiene su proyecto más avanzado. Según asegura su propietario han logrado docenas de vuelos y sólo han perdido uno de los modelos de prueba. En 2006 en la Wirefly X Prize expo lograron volar su cohete Pixel completando todos los requisitos excepto el vuelo de vuelta, en el que pequeños problemas técnicos dejaron a la compañía sin el premio y, por supuesto, sin el dinero. Entre los contendientes en la siguiente cita tendrá a las compañías Acuity Technologies, Bon-Nova, Masten Space Systems, Micro-Space, Paragon Labs, SpeedUp o Unreasonable Rocket. A través del acuerdo suscrito en el año 2006 con la Fundación Premio X la NASA se hará cargo por medio del Programa Centennial Challenges de los dos millones en premios para la edición 2007 de la Wirefly X Prize Cup, una cita que tendrá lugar en la Base de la USAF Holloman de Alamogordo, Nuevo Méjico. Unas 100.000 personas podrían asistir a la competición.



El pez grande se come al chico

La compañía estadounidense Northrop Grumman, una de las más importantes del sector aeroespacial y militar, ha comprado la totalidad de Scaled Composites, la empresa que ganó en 2004 los 10 millones de dólares del Premio Ansari X-Prize con su nave SpaceShipOne y cuyos aviones, la mayoría diseñados por el genial ingeniero Buró Rutan, acumulan récords en múltiples categorías. Con el salto del 40% al 100% del capital Northrop Grumman quiere asegurarse la experiencia de Scaled Composites en materiales compuestos, desarrollos innovadores, diseño de vehículos, herramientas, construcción, estructuras, análisis y vuelos de prueba. Actualmente Scaled Composites está trabajando en una “joint venture” llamada Spaceship Company junto a la empresa Virgin Galactic. El fin es el desarrollo y construcción de un nuevo vehículo con el que ofrecer viajes suborbitales a turistas espaciales, el SpaceShipTwo, un heredero algo más grande que el laureado SpaceShipOne. Esta nave, similar en aspecto a su predecesora, transportará a dos pilotos y a seis pasajeros.

Rusia tiene planes

Las agencias espaciales de Rusia y China han firmado un acuerdo para la exploración conjunta de Marte y su satélite Probos como complemento al acuerdo alcanzado en el año 2006 de cooperación espacial. Los vuelos con cosmonautas no se realizarán antes de 2035, aunque en el Planeta Rojo podrían aterrizar aparatos automáticos en 2015. La Luna, por el momento, tendrá que esperar algo menos. Según aseguró el subdirector de la Agencia Federal Espacial (Roskosmos), Vitali Davídov, el Programa Federal Espacial no prevé vuelos tripulados a Luna hasta 2012, "Técnicamente estamos preparados para ejecutar ese proyecto, pero aún falta apoyo financiero". Por su parte, las compañías y las empresas de ingeniería espacial rusas formarán parte de 10 o 12 estructuras integradas que se transformarán en el año 2015 en 3 ó 4 holding espaciales, tal como aseguró el jefe de Roskosmos, Anatoli Perminov. Respecto al sistema de navegación GLONASS, la intención es que entre octubre y diciembre de 2007 se coloquen en órbita 6 nuevos satélites, aumentando hasta 18 el número de unidades operativas. Un total de 380 millones de dólares se dedicarán de



los presupuestos federales en este 2007 con el objetivo de que el sistema esté completamente operativo en el 2008.

Turismo espacial a la española

A la propuesta hotelera de Bigelow, dueño de la cadena de hoteles Budget Suites of America, quien ofrecerá estancias de una semana en órbita en el hotel Skywalker por seis millones de euros por pasajero, se suma una desde nuestro país, una potencia turística como destino vacacional y sede de muchas de las mayores cadenas hoteleras del mundo. Galactic Suite, un proyecto del arquitecto barcelonés Xavier Claramunt y de Marsal Gifra, uno de los impulsores de Internet en España, ofertará por cuatro millones de dólares pasar tres días a 450 kilómetros de altura, en el hotel Spaceresort, el primer hotel orbital permanente. Para lograrlo se hará una inversión hasta 2012 de 2.000 millones de euros con la que se deberá crear un hotel espacial formado por cinco módulos, un complejo turístico en las Islas Granadinas con puerto espacial propio, un resort de lujo en una isla tropical para el entrenamiento de 18 semanas y un pequeño transbordador en el que viajarán seis personas, dos tripulantes y cuatro turistas. Las habitaciones del Galactic Suite, cada una para dos personas, tendrán forma de cápsula, contarán con ventanas hacia el exterior para ver salir y ponerse el sol 15 veces al día. Los clientes usarán trajes de velcro para adherirse a las paredes de las habitaciones y también podrán participar en experimentos científicos para amortizar y aprovechar su estancia en ingravidez. Los promotores de este negocio estiman que en el año 2012 habrá unas 40.000 personas capaces de comprar un pasaje de cuatro millones de dólares, una cifra muy inferior a los 20 millones de dólares que han pagado los hasta ahora turistas espaciales por viajar a la ISS.

Nueva generación de cohetes para la India

Los directivos de la ISRO (Indian Space Research Organization) quieren que antes del año 2010 el país cuente con su primer lanzador reutilizable. Por el momento ya se ha construido un modelo de prueba para ensayar las dimensiones, aerodinámica, resistencia a vibraciones y aceleraciones (tendrá que soportar en el despegue una velocidad superior a Mach 5) y trabajar sobre él para mejorar sus rendimientos. Además ISRO está trabajando con la comunidad científica de la India para enviar una misión de exploración científica no tripulada a Marte en el 2012 con la que estudiar la composición química de su atmósfera y superficie. Cuando se complete en el 2012 su decimoprimer plan quinquenal espacial la India tiene previsto haber lanzado 15 satélites de telecomunicaciones y entre 8 y 10 para observación de la Tierra.



El futuro GPS

Lockheed Martin ha presentado a U.S. Air Force su propuesta para diseñar y construir el GPS Block III, la nueva generación del Global Positioning System. De la actual constelación de satélites GPS el equipo liderado por la compañía estadounidense ha diseñado y construido 21 unidades del Bloque IIR y ha modernizado ocho al Bloque IIR-M. Con esta experiencia proponen un programa de trabajo con el que lograr importantes mejoras en la precisión del posicionamiento y la navegación tanto para usuarios civiles como militares, además de asegurar una alta resistencia a la interferencia y un elevado sistema de seguridad. En el equipo se encuentran junto a Lockheed Martin Space las compañías ITT Corporation y General Dynamics Advanced Information Systems.

Breves

❖ Lanzamientos Septiembre:

- ?? - Sudansat 1 a bordo de un Dnepr 1.
- ?? - Winds en el japonés H-2A.
- ?? - Oceansat 2/SRE-2 a bordo del PSLV indio.
- ?? - GOMS-Elektra 2 en un Zenit 2-Fregat.
- ?? - Chinasat 9 en un vector chino CZ-3B.
- ?? - GeoEye 1 (Orbview 5) en el cohete estadounidense Delta 2.
- ?? - Cosmos Geizer N21 a bordo de un Proton K.
- ?? - Radarsat 2 en un Soyuz 2-1A.
- 01 - Chang'e 1, el orbitador lunar chino, en un vector CZ-3A.
- 04 - DSP-23 en el Delta 4.
- 10 - Soyuz TMA-11 Soyuz FG, Misión 15S a la ISS.
- 15 - Thuraya 3 a bordo del Zenit 3SL.
- 17 - GPS 2RM F-4 en un Delta 2.
- 17 - Sirius 4 en un cohete Proton M.
- 21 - Globalstar-10 en el Soyuz FG-Fregat.
- 23 - Misión STS-120 del transbordador (Discovery), con el NODO2 de la ISS, Misión 10A a la Estación.
- 25 - NROL-24 a bordo de un Atlas 5.
- 25 - Cosmos-Glonass (M9/M10/M10) en un Proton K-DM2.



El Tratado FACE en la encrucijada

En el pasado "Panorama" recogíamos la preocupación de los países aliados sobre el discurso del Presidente Putin del 26 de abril de 2007 y posteriores declaraciones de diversos funcionarios rusos sobre "circunstancias excepcionales" que constituyen en su opinión un menoscabo de los intereses rusos en la aplicación del Tratado. La Conferencia extraordinaria FACE convocada por Rusia y celebrada en Viena del 12 al 15 de junio de 2007, terminó sin una solución satisfactoria para todos. Los países miembros de la OTAN participaron activamente en dicha conferencia escuchando atentamente las preocupaciones rusas a las que respondieron enviando propuestas para un Documento Final que sugería una salida positiva para el futuro del Tratado. Pese a esos esfuerzos, el Presidente ruso firmó el 13 de junio un decreto, que se hizo público el día siguiente, suspendiendo los compromisos de Rusia en relación con el Tratado FACE. El acuerdo ha sido congelado por 150 días durante los cuales Rusia no se verá atada por sus términos. Sin embargo, en una declaración separada pero simultánea el ministro ruso de Asuntos Exteriores indicó que la acción tomada no equivale a una retirada completa, indicando que el diálogo es posible. Según Putin, entre las "circunstancias excepcionales" que están detrás de la suspensión se incluye el excesivo números de signatarios del Tratado que ahora pertenecen a la OTAN y el exclusivo grupo que forman entre los miembros del Tratado FACE como consecuencia de la ampliación de la Alianza. El Presidente ruso también mencionó las "circunstancias" siguientes: el negativo impacto del despliegue planeado de fuerzas convencionales norteamericanas en Rumanía y Bulgaria, el supuesto fallo de Hungría, Polonia, la República Checa y Eslovaquia para ajustar sus límites territoriales, la no-participación de Estonia, Letonia y Lituania en el Tratado y finalmente el hecho de que sólo Bielorrusia, Kazajstán, Rusia y Ucrania hayan ratificado la versión del Tratado Adaptado firmada en la Cumbre de Estambul de la OSCE celebrada en noviembre de 1999.

En una nota de prensa difundida el 16 de julio, los aliados se lamentaban que pese a todos sus esfuerzos no hubiese sido posible alcanzar un acuerdo sobre un Documento Final en la Conferencia de Viena, aunque las propuestas aliadas estaban apoyadas por 25 de los 30 países signatarios del Tratado. Los miembros de la OTAN permanecen firmemente comprometidos con el Tratado FACE y desean alcanzar lo antes posible la entrada en vigor del Tratado Adaptado de forma consistente con la posición de principio de la Alianza según se recoge en el párrafo 42 de la Declaración de la Cumbre de la OTAN celebrada en Riga en 2006 que supedita la ratificación del Tratado Adaptado al cumplimiento por Rusia de los compromisos de Estambul. A este respecto los aliados recalcan la importancia de todos los compromisos pendientes según están reflejados en el Acta Final de la Conferencia de los países signatarios del Tratado FACE y sus anexos que fueron aprobados en Estambul en 1999. Los aliados subrayan que el proceso de intercambiar información sobre fuerzas militares y la realización de inspecciones militares sobre el terreno juegan un papel central en el Tratado al proporcionar transparencia en relación con las fuerzas de los estados signatarios. Los miembros de la OTAN esperan que todos los signatarios continúen implementando todas sus obligaciones según señala el Tratado y los documentos asociados. Los aliados están firmemente comprometidos a hacerlo así. En la citada nota de prensa se expresa la esperanza de que la Federación Rusa participe en un diálogo constructivo y creativo para asegurar la continuada operación y viabilidad del Tratado FACE incluyendo su régimen para los flancos. Los aliados confían que de esa manera no se torpedeen las perspectivas para la posible futura entrada en vigor del Tratado Adaptado. A este respecto, la nota termina reiterando el punto de vista aliado de que ese diálogo debería incluir la oportunidad de una discusión estructurada de las preocupaciones de todos los signatarios en una conferencia extraordinaria.

Todos los signatarios del Tratado están de acuerdo en la importancia del mismo y su papel trascendental en su momento para la Seguridad en Europa. Sin embargo, los cambios ocurridos en Europa desde su firma en 1990 y la complejidad del Tratado constituyen factores que quizás hagan conveniente su revisión. Durante sus años de vigencia las Fuerzas Armadas de los países signatarios del Tratado han creado unidades especializadas en su aplicación y en la realización de las inspecciones. En España, la Unidad de Verificación Española (UVE) ha participado en numerosas inspecciones de todo tipo habiendo destacado por su profesionalidad y buen hacer. Las numerosas reuniones e inspecciones realizadas con ocasión de la aplicación de Tratado han creado una verdadera red de

Foto: OTAN

El secretario general de la OSCE Sr. Brichambaut con el secretario general de la OTAN el 11 de julio de 2007, durante la visita del primero al C.G. de la Alianza.



Foto: OTAN

El secretario general de la OTAN saluda al presidente de Serbia, Boris Tradie, durante la visita que el Sr. Jaap de Hoop Scheffer realizó a Serbia el pasado 18 de julio.

relaciones entre los miembros de los equipos de inspección de las Fuerzas Armadas de los países signatarios sirviendo para fomentar la confianza y el conocimiento mutuo. "En todo caso, este Tratado no es viable por más tiempo" comentó Anatoly Antonov, jefe de la delegación rusa en las últimas conversaciones en Viena y reputado experto en el Tratado. Espero que los negociadores sepan encontrar la manera de que el Tratado Adaptado pueda ser ratificado por todos los países signatarios o que si es necesario sean capaces de introducir nuevos cambios que posibiliten que un Tratado profundamente renovado continúe contribuyendo a la Seguridad en Europa. Con la comprensión y el esfuerzo de todos los países signatarios, se podría hacer posible que las palabras del representante ruso no se conviertan en profecía.

Un aviador director del EMI

El día 22 de junio pasado, el teniente general P. J. M. Godderij de la Fuerza Aérea de los Países Bajos se hizo cargo del puesto de Director del Estado Mayor Internacional de la OTAN. El teniente general Godderij había sido el Representante Militar permanente de su país ante el Comité Militar desde el 24 de septiembre de 2004 hasta esa fecha. El nuevo Director del EMI empezó en 1968 y ha estado destinado en diversas unidades de la Fuerza Aérea holandesa habiendo volado más de 3.000 horas en diversos aviones, destacando 700 horas voladas en el F-16. Tras realizar el curso avanzado de Estado Mayor, el general Godderij pasó destinado al Ministerio de Defensa y más tarde al Estado Mayor de la Defensa. Tras sus destinos como oficial de Estado Mayor, fue designado en 1994 Comandante de la Base Aérea de Twenthe. Durante ese periodo estuvo destacado en el CG de la 5 ATAF (Vicenza, Italia) con motivo del despliegue de un escuadrón de su Base para participar en la operación "Deny Flight". Al ascender en 1995 a Comodoro, regresó al Estado Mayor del Aire como jefe de la División de Planes. Promovido a general de división en febrero de 1997 fue designado segundo Jefe del ICAOC 2 en Kalkar. En agosto de 1999 pasó a ocupar el puesto de segundo Comandante de la Fuerza Aérea y en marzo de 2001 fue nombrado segundo Jefe del Estado Mayor de la Defensa, puesto que conllevaba su ascenso a teniente general. Su siguiente destino en 2004 fue, como ya se ha dicho, el de Representante Militar permanente de su país. Deseamos al teniente general Godderij lo mejor en su puesto de Director del EMI que estoy seguro desempeñará con acierto dada su experiencia, preparación y dedicación.



Foto: OTAN

El presidente del Comité Militar, general Henault, pasa revista a la Guardia de Honor en compañía del general Laaneots a su llegada a Estonia el 16 de julio de 2007.

50 años de la conquista del espacio

El 4 de octubre de 2007 la humanidad celebra el 50 aniversario del comienzo de la conquista del espacio exterior. Por primera vez, en 1957, un ingenio realizado por el hombre era capaz de abandonar la Tierra. Se iniciaba así una nueva etapa de descubrimientos y avances científicos y tecnológicos, sólo comparable a otras grandes aventuras de la humanidad como el Descubrimiento de América, los viajes de Marco Polo, o las grandes expediciones científicas del siglo XVIII. Tan solo 12 años después del inicio de la aventura espacial, el hombre pisó la Luna por primera vez.

El impulso inicial lo llevaron a cabo la antigua Unión Soviética y Estados Unidos. Durante años siguieron en cabeza de lo que se llamó "la carrera espacial", carrera a la que se fue incorporando Europa y otros países posteriormente.

En una España inmersa en grandes dificultades políticas y económicas, fueron el Ejército del Aire, y de forma muy especial el Instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial, el INTA, los que asumieron el papel de pioneros.

Los esfuerzos iniciales obtuvieron muy rápidamente sus primeros frutos especialmente en el campo de las estaciones de seguimiento de vehículos espaciales en el que España tiene hoy, sin duda, una posición privilegiada.

En el campo de los satélites el INTA ha continuado con su labor, desde el desarrollo propio de satélites científicos, a la colaboración para el lanzamiento de los satélites de comunicaciones que hoy día posee España y para los futuros satélites de observación de la Tierra recientemente aprobados por el Gobierno.

Junto al Instituto, y muchas veces partir del propio INTA, en cumplimiento también de su misión, han ido apareciendo, otros centros de investigación como el Centro de Astrobiología (CAB), y especialmente una serie de empresas que nos permiten hoy en día tener una más que aceptable presencia en un sector de importancia fundamental en los campos científico y tecnológico.

El Ministerio de Defensa, es consciente de la gran importancia que el espacio tiene, en el presente y en el futuro, no solo como última frontera de la investigación y el desarrollo tecnológico, sino también en la vida cotidiana. Lo sabemos y lo sentimos todos los días como usuarios de las comunicaciones por satélite y de los sistemas de observación de la Tierra desde vehículos espaciales que a diario hacen posible nuestras misiones, especialmente fuera de nuestras fronteras.

En sintonía con los iniciales pioneros, el Ejército del Aire actual, a través de su Revista, ha querido conmemorar este cincuenta Aniversario de la llamada Era Espacial con un número monográfico especial donde los profesionales del sector explican los logros conseguidos, la situación actual y las perspectivas de futuro.

Los países que entonces comenzaron la aventura del espacio se preparan para continuarla con nuevas misiones a la Luna, a Marte y sin duda más allá. Pero a diferencia de hace unos años, hoy día la aventura es compartida mediante una creciente cooperación internacional.

Desde la Secretaría de Estado de la Defensa quiero agradecer a los hombres y mujeres de este sector, su esfuerzo para permitir que nuestro país continúe colaborando en tan apasionante objetivo. Este Ministerio de Defensa seguirá apoyando el desarrollo del sector espacial, impulsando proyectos como el recientemente aprobado programa nacional de observación de la tierra; así como otros nuevos. Y es que somos conscientes que el futuro de la sociedad está en el espacio.

Soledad López Fernández
Secretaria de Estado de Defensa

El INTA y los programas espaciales

Fernando González García
Director General del INTA

Este año se celebra el 50 Aniversario del Lanzamiento del SPUTNIK, evento que se considera el momento inicial de las actividades espaciales. El mundo comenzó entonces un nuevo campo de investigación, de desarrollo tecnológico y de exploración apasionante que en sólo medio siglo se ha mostrado imprescindible en muchos aspectos.

Es imprescindible desde el punto de vista tecnológico, por cuanto la tecnología desarrollada revierte en otros muchos aspectos de la vida cotidiana. Es también imprescindible como atalaya desde la que observar nuestro mundo y nuestro universo y para proporcionar comunicaciones sin fronteras.

España ha participado en la medida de sus posibilidades en este esfuerzo colectivo desde bien pronto. Esta celebración es un buen momento para hacer una reflexión sobre el desarrollo de la actividad espacial española y sobre el papel que el INTA ha jugado en ese terreno.

LOS COMIENZOS

En España, el INTA (INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROESPACIAL) nace en 1942 como Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica y se convierte en Aeroespacial en el año 1963.

Ya antes de esa fecha, en 1960, se firma el primer acuerdo con Estados Unidos para el establecimiento de las primeras estaciones espaciales, y a lo largo de esa década el INTA inicia una serie de actividades que sientan las bases del desarrollo espacial español en los años venideros.

En 1962 se firma el protocolo de adhesión a ESRO, la precursora de la ESA (Agencia Europea del Espacio), en 1963 se crea la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE) y se comienzan a elaborar los primeros planes nacionales del espacio. El primero, con carácter preparatorio, nace en 1964.

En 1965 el INTA crea el campo de experimentación de El Arenosillo en Huelva que en años venideros concentraría toda la actividad en el campo del desarrollo de cohetes y misiones de sondas ionosféricas.

En septiembre de 1974 España lanza el INTASAT, primer satélite español. Era una sonda ionosférica de 25 Kg de masa, integrado, ensayado y certificado en el INTA, cuyos subsistemas fueron desarrollados por algunas industrias nacionales y el propio INTA.

Todas estas actividades iniciales, en las que el INTA actuó como punta de lanza, sentaron las bases del desarrollo espacial posterior. Aun hoy, El Arenosillo y las estaciones espaciales (Robledo, Villafranca, Cebreros y Maspalomas) siguen siendo, instalaciones vigentes y plenamente operativas, cuarenta años después de su creación.

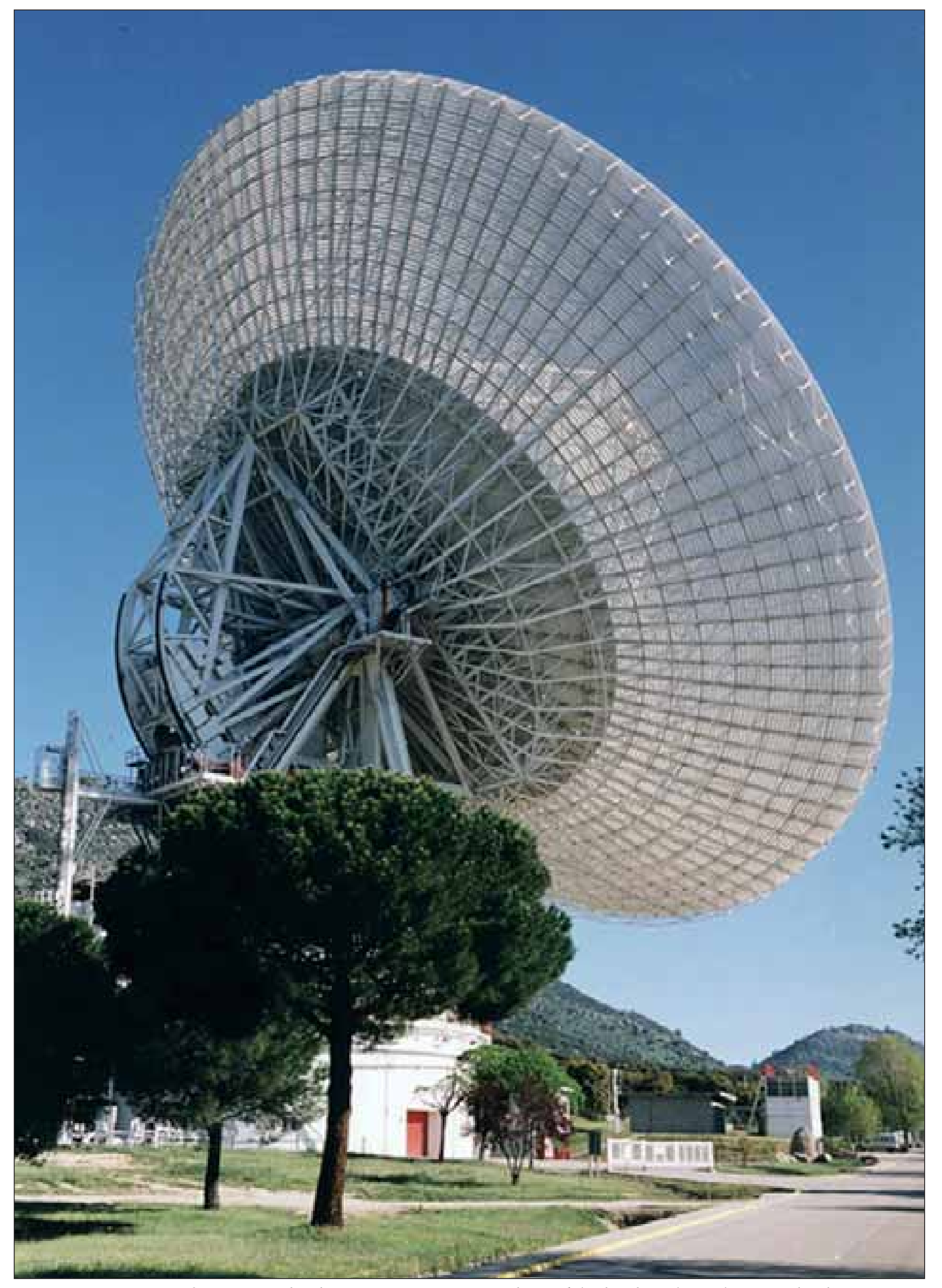
DÉCADA DE LOS 80. EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Tras la creación en 1975 de la Agencia Europea del Espacio (ESA) se inician los primeros programas espaciales europeos. El INTA y la in-





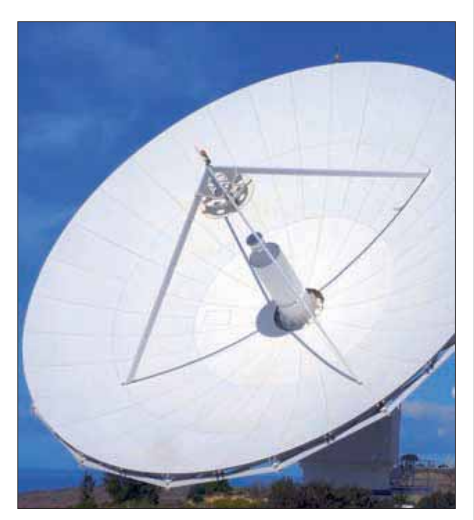
Estación de Maspalomas (Gran Canaria).



Antena 70 metros de diámetro. Estación de Robledo de Chavela (Madrid).



Satélite INTASAT durante una prueba de vibración.



Estación de Maspalomas (Gran Canaria).

dustria nacional comienzan una intensa actividad en este marco participando en los primeros programas de desarrollo de satélites europeos como OTS, MARECS, OLYMPUS o ERS.

En 1986 se asigna al Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) el objetivo de desarrollar la industria espacial española y garantizar los retornos industriales de nuestra aportación a la ESA.

Es en esa época cuando se configura el grueso del tejido industrial espacial español y su especialización actual. En muchos casos, dicha especialización vino precedida por trabajos previos del Instituto en diferentes áreas, como electrónica, de potencia, antenas o control térmico, áreas en las que el INTA fue puntera y que de forma inevitable supusieron el punto de partida para muchas empresas.

La incorporación de excelentes profesionales del INTA en las empresas que se abrían camino en este campo fue intensa. Esos profesionales contribuyeron de forma substancial a su desarrollo y consolidación y muchos de ellos, los más jóvenes, siguen hoy formando parte de los cuadros de mando de dichas empresas.

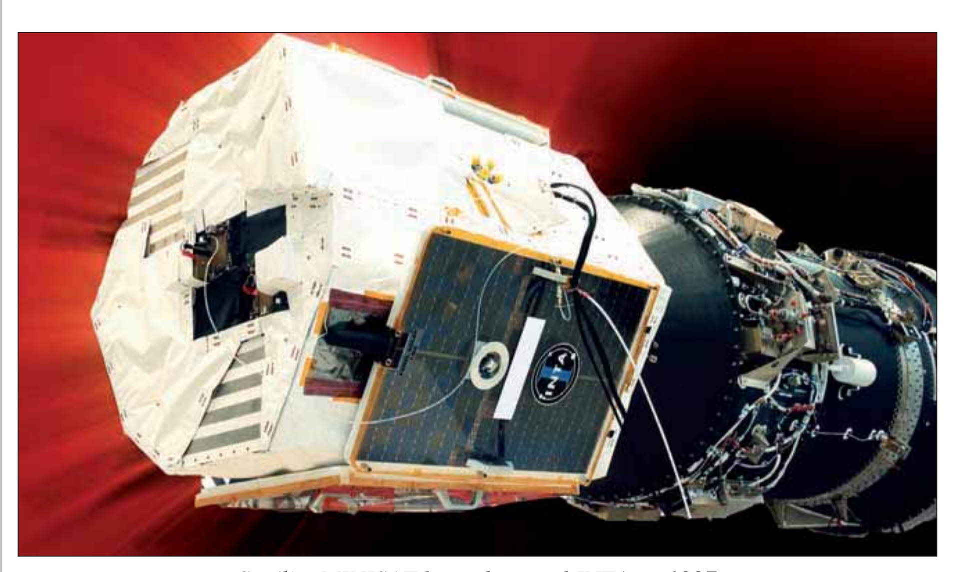
Como consecuencia, el Instituto pasó en aquella época (mediados de los ochenta) horas difíciles, pero el esfuerzo de la institución y sobre todo de sus profesionales, permitió superar el bache en algunos años.

El INTA, se volcó en los años venideros en programas nacionales (de índole civil y militar) y al desarrollo de sus aplicaciones: científica, comunicaciones y observación de la tierra, en las que el Ministerio de Defensa y el INTA han tenido una participación capital.

LOS NOVENTA. LA HISTORIA RECIENTE

En efecto, a finales de la década de los ochenta se toman una serie de decisiones que serán de vital importancia para el futuro. Se decide de un lado la construcción del sistema HISPASAT de comunicaciones por satélite, en el que se incluye una carga útil de comunicaciones para el Ministerio de Defensa. De otro lado, se decide la participación de España en

Satélite MINISAT durante su integración con el lanzador.



Satélite MINISAT lanzado por el INTA en 1997.

el programa HELIOS, programa de observación de la tierra por satélite, que a lo largo de los noventa, supondría la punta de lanza del desarrollo en el sector de la observación.

Me gustaría resaltar la importancia que estás iniciativas han tenido en el Ministerio de Defensa. En apenas quince años se han convertido en instrumentos imprescindibles en el desarrollo de las actividades de nuestras Fuerzas Armadas, y muy especialmente en las misiones internacionales en las que están involucradas.

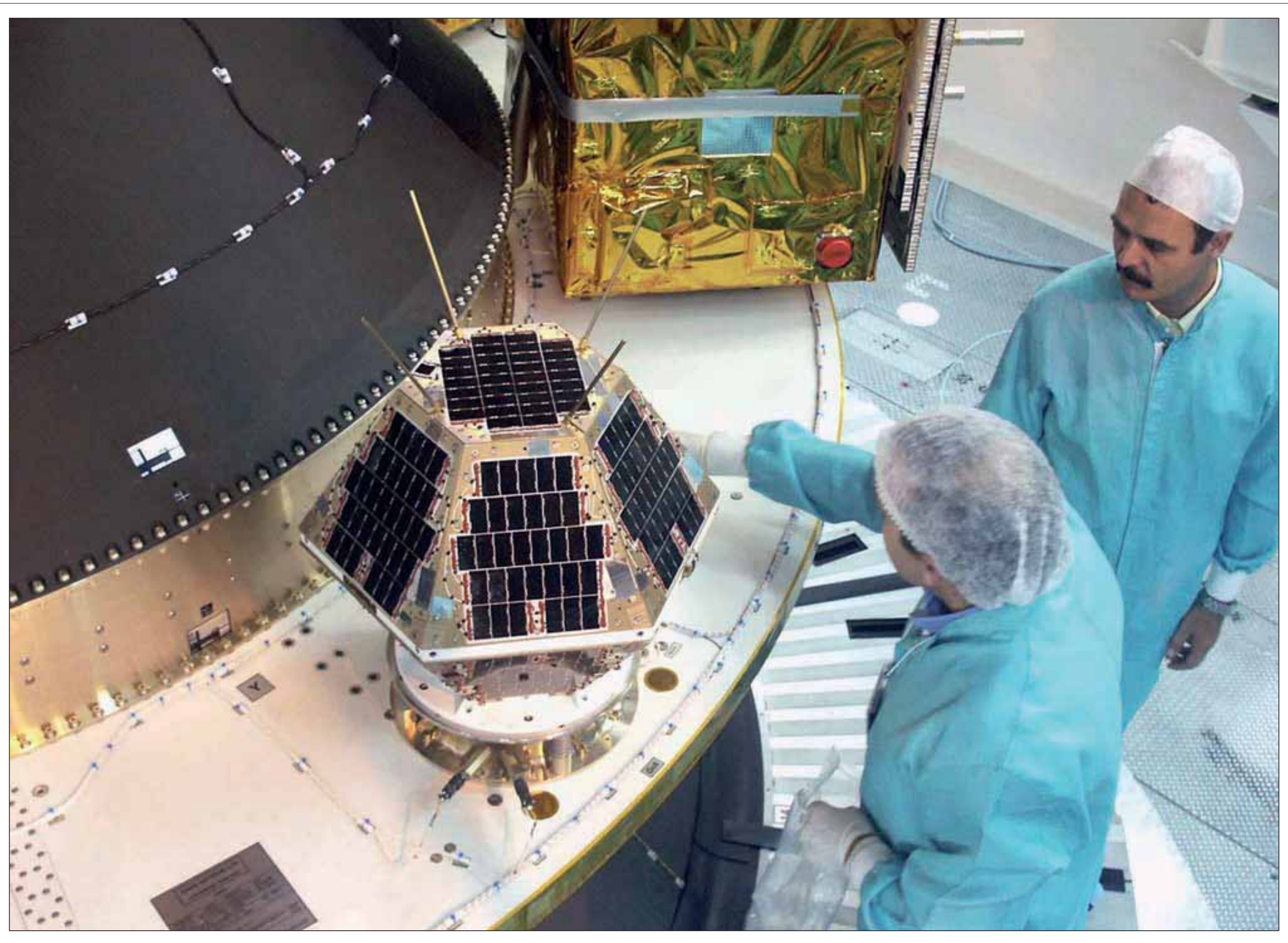
El desarrollo de las comunicaciones durante los años noventa es a mi juicio, la historia de un éxito rotundo. HISPASAT ha lanzado en estos años 5 satélites con una importante participación industrial española y el desarrollo de las comunicaciones en el ámbito civil ha sido espectacular. HISPASAT es hoy el primer operador en contenidos de habla hispana y uno de los operadores de referencia en el mercado americano.

Con la creación posterior de HISDESAT ya en este siglo y el lanzamiento de los satélites SPAINSAT y XTAR-EUR en una de las primeras iniciativas mundiales de comunicaciones gubernamentales en el ámbito comercial, el Ministerio de Defensa se ha dotado de uno de los mejores y más modernos sistemas de comunicaciones del mundo, confirmando en su conjunto la salud y la vigencia del proyecto nacional de comunicaciones por satélite.

En cuanto a los programas científicos y de desarrollo tecnológico destaca por su importancia el programa MINISAT, desarrollado por el INTA y la industria nacional, y lanzado desde las islas Canarias en un cohete PEGASUS en la primavera de 1997.

El programa MINISAT fue un rotundo éxito y cumplió ampliamente las expectativas técnicas y científicas depositadas en el.

En definitiva, la década de los noventa nos dejó algunas lecciones aprendidas que en buena medida expli-



Satélite NANOSAT durante su integración con el lanzador.

can la situación actual. Se acertó en el desarrollo de las comunicaciones, se pusieron los cimientos de la observación de la tierra y en general se consolidó la idea de la necesidad de un programa nacional del espacio ambicioso que complemente la actividad en la ESA y que sirva a los intereses específicos de nuestro país y nuestra industria... Este debate sigue aún abierto.

EL CAMBIO DE SIGLO. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

El INTA inicia esta década con un bagaje histórico importante y con algunas lecciones aprendidas.

De un lado, muchas de las actividades que en su día lideró son ya patrimonio de nuestra industria, y lo que en los ochenta fue un problema, lo supo resolver de mejor manera en los noventa.

La creación de la empresa Ingeniería y Servicios Aeroespaciales Sociedad Anónima (INSA) en el año 1992 para abordar y mantener la operación de las estaciones espaciales (INSA es ahora la primera empresa en creación de empleo en el ámbito espacial con más de 500 profesionales), y la contribución a la creación de nuevas empresas como HISPASAT (de la que aún ostenta el 16% de las acciones) o HISDESAT (30% a través de INSA) avalan la vocación y el esfuerzo del INTA por crear tejido industrial de forma "ordenada".

Las comunicaciones espaciales están ahora encauzadas en proyectos industriales como HISPASAT e HISDESAT y el papel de la administración es ahora velar para que estos proyectos industriales sigan su curso.

En cuanto a los programas científicos el INTA lanzó en 2004 el NANOSAT 01 y está en marcha la segunda misión (NANOSAT 01-B) que esperamos lanzar en 2008. Por otra parte está en desarrollo el proyecto MICROSAT, también de aplicación científica, cuya primera misión se podría lanzar en torno a finales de 2009.

Un elemento clave en estos programas es la recurrencia, elemento que no se consiguió garantizar en el pasado con INTASAT o MINISAT, y la clave de la recurrencia se basa en la voluntad del Instituto de avanzar con su propio presupuesto y en la medida de sus posibilidades hacia un sistema estable de misiones (una cada tres años) que permitan la formación y mantenimiento de técnicos (y tecnologías) en todas las áreas de conocimiento.

Esta iniciativa permitirá que grupos científicos españoles tengan oportunidades de vuelo y en última instancia dará la oportunidad para una colaboración más sustanciosa con otros organismos europeos similares al Instituto.

En el ámbito de las cargas útiles científicas el Instituto ha mantenido una actividad importante, especialmente en el área de instrumentación



Lanzamiento del satélite MINISAT desde Gran Canaria.

óptica con programas tan relevantes como la cámara OMC actualmente en vuelo en el satélite INTEGRAL.

También en el ámbito científico, hay que resaltar la creación, junto con el CSIC, del Centro de Astrobiología, única institución de estas características asociada a la Agencia norteamericana NASA fuera de su territorio nacional. El prestigio que el Centro y sus investigadores han ganado en estos pocos años de vida, viene a demostrar el acierto de su creación.

Con la creación del Centro de Astrobiología (CAB), y su participación científica y técnica en programas de exploración planetaria, más concretamente relacionada con la búsqueda de vida en Marte, permite atisbar un



Satélite INTASAT lanzado por INTA en 1974.



Satélite NANOSAT lanzado en diciembre de 2004.

refuerzo de nuestra colaboración con NASA. De nuestro tradicional papel en la exploración planetaria como parte de la red NASA de espacio profundo pasamos ahora a participar además en misiones y en definitiva hacer ciencia.

Respecto a la observación de la Tierra queda aún trabajo por hacer. Tengo la seguridad de que la reciente decisión del Gobierno de España de poner en marcha el Programa Nacional de Observación de la Tierra por satélite sea el punto de partida para el desarrollo industrial de esta actividad en nuestro país. No sólo por su impacto primario en la industria espacial sino por su impacto, más importante aún, en la industria de servicios de valor añadido, teledetección, medio ambiente etc.

Este programa, compuesto por dos satélites, uno de tecnología óptica y otro de tecnología radar, permitirán suministrar de forma continuada con garantías e independencia, coberturas de nuestro territorio nacional y de las áreas de interés en cualquier lugar del planeta. Será por tanto un instrumento indispensable para el desarrollo de la teledetección y sus aplicaciones en nuestro país.

CONCLUSIONES

Varias son las conclusiones que se pueden extraer de lo expuesto en estas líneas:

El panorama actual es fruto del pasado reciente. El progreso ha sido notable pero quedan asignaturas pendientes.

El INTA, en este contexto seguirá incentivando la buena marcha de las comunicaciones por satélite teniendo en cuenta su ámbito comercial.

En el campo científico continuaremos manteniendo las actividades en cargas útiles científicas y en los programas de pequeños satélites. El objetivo primario es la recurrencia, manteniendo un programa estable de misiones Nanosat y Microsat.

El Programa Nacional de Observación de la Tierra será el programa que requerirá los esfuerzos más importantes en los próximos años, no sólo en el ámbito técnico o de gestión sino también en la "generación de demanda".



Integración del satélite MINISAT con el lanzador.

En efecto, es de gran importancia, que cuando se ponga en marcha el sistema, los usuarios estén preparados para su uso. Ello implicará no pocos esfuerzos en un mercado aún limitado. Especialmente las administraciones públicas deberán habilitar los presupuestos y los planes que constituyan una demanda estructural adecuada.

Las aplicaciones deben ser el conductor principal de los programas espaciales. Con frecuencia se enfoca la actividad espacial desde el punto de vista exclusivamente industrial, olvidando que el fin último de esta actividad es servir a la sociedad en asuntos prácticos (medio ambiente, comunicaciones, emergencias etc.) y no sólo en la creación de empleo de alta cualificación en la industria aeroespacial.

Sólo desde esa visión, la de los intereses científicos, de los usuarios potenciales en comunicaciones y observación, y por supuesto de los intereses industriales, se podrá consensuar un programa nacional del espacio basado en misiones de interés nacional.

El INTA ha jugado un papel importante en el desarrollo del espacio en España y ha vivido diversas etapas, desde una primera en la que actuó casi en solitario hasta el desarrollo industrial del que actualmente disfrutamos y ha tenido que adaptar su actuación a las condiciones del entorno.

El Instituto no es una empresa y ni puede ni debe competir con ésta en los programas de ámbito industrial. Solo será legítimo participar allí donde nuestra industria no pueda (en general donde no le interesa por la falta de interés comercial) y desde luego tiene un papel indiscutible en la certificación, ensayos y operación.

El INTA tampoco es hoy por hoy un organismo financiador de I+D, es un Organismo Público de Investigación y por tanto su papel en los grandes programas que requieren la movilización de grandes presupuestos es más importante (aunque parezca un contrasentido) en la generación de la idea y la consecución de los consensos necesarios, es decir, como promotor, que como ejecutor material de los mismos. En ese papel, creo que el INTA ha jugado y seguirá jugando un papel primordial y, dicho sea de paso, poco valorado.

Duro negocio el del INTA, que requiere modificar permanentemente el perfil de actuación de acuerdo con el desarrollo tecnológico e industrial, vertiginoso por cierto, desde la estructura y las reglas del juego de la administración del estado ■

El Programa Nacional de Espacio y la ESA

MANUEL SERRANO ARIZA
Jefe del Departamento de Retornos de Programas Científicos e Instalaciones
FOTOGRAFÍAS: ESA Y NASA

INTRODUCCIÓN

La denominada carrera[1] espacial cumple ahora su 50º aniversario conmemorado con el acontecimiento del lanzamiento por la entonces URSS del primer satélite artificial que orbitara la Tierra, el Sputnik 1 el 4 de Octubre de 1957.

Es un hito que marca un antes y un después en la historia y que supone el comenzar de una nueva actividad humana sin la cual el mundo actual sería difícilmente concebible. La investigación del universo y las aplicaciones de esta nueva actividad en la sociedad actual son innumerables y son objeto de análisis en otros artículos de este numero especial de Aeronáutica y Astronáutica, por lo que en lo que sigue realizaremos un análisis de la aportación española a la carrera espacial y especialmente la contribución del Programa Nacional de Espacio (PNE) y la participación de España en la Agencia Espacial Europea (ESA) ya que son las áreas donde el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) tiene una mayor responsabilidad y representan las áreas de mayor contribución de España al Espacio.

El PNE[2] ha tenido tres etapas bien diferenciadas: la primera (1968-1975) de carácter precursor e iniciador y que tuvo como logro principal el lanzamiento del primer satélite nacional: el INTASAT; la segunda (1988-1999) centrada fundamentalmente en conseguir la preparación tecnológica y científica de la comunidad espacial española para obtener los adecuados retornos científicos e industriales de la participación española en la ESA y la tercera (2000-2007) volcada en la consolidación de los grupos científicos y las industrias en sus áreas de especialización al mismo tiempo que se aborda la realización de sistemas completos y se promueve la participación en actividades internacionales con otras agencias espaciales distintas de la ESA.

Estos capítulos del PNE tienen su paralelismo en la participación de España en la ESA, en la cual también distinguimos tres etapas análogas: realización de las primeras experiencias espaciales con escasa o nula participación en el segmento espacial en la primera, la participación en actividades de alto contenido tecnológico en el segmento de vuelo y aumento de la capacidad del sector tanto en el terreno científico como industrial en la segunda y, la tercera caracterizada por una consolidación del sector y el acceso a tareas de integración y liderazgo de sistemas completos como el Amerhis, la carga de pago de SMOS y el satélite nacional de OT, INGENIO.

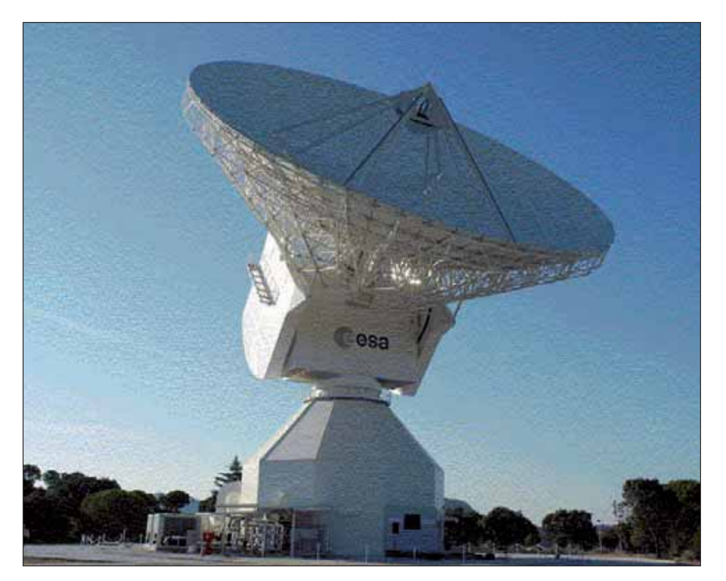
En resumen lo conseguido es un papel y una posición modestas, pero se ha consolidado un nivel de país experto y activo en el conjunto de la actividad espacial europea y mundial, pasándose en los años 60 de una mera operación de estaciones de seguimiento para los programas espaciales de la NASA, a la realización de sistemas completos, consiguiendo ser el 5º país de la ESA por su contribución y pasando del status de país del grupo de los "pequeños" a ser considerado país del grupo de los "grandes" (F, D, I, y UK) estando nuestra contribución y papel cerca del de Italia o Inglaterra.



El satélite SMOS cuya carga de pago lidera España, será lanzado en 2008 y estudiará la salinidad del mar y la humedad de la tierra.



Cápsula Soyuz TM del vuelo "Cervantes" de Pedro Duque en 2003 acercándose a la estación espacial ISS.



Antena de la estación de la red de espacio profundo de la ESA de Cebreros que anteriormente formó parte de la red de espacio profundo de la NASA.

los resultados del PNE y la contribución a la ESA sean del todo satisfactorios y no queden retos por delante: la actividad espacial es fuertemente competitiva a nivel europeo y mundial, los mercados no son plenamente comerciales y la actividad espacial sigue siendo una actividad estratégica protegida por los Estados, por lo que el papel de la Administración y su visión de futuro es esencial para la continuación del desarrollo del sector.

Tras los primeras avances en la exploración y conocimiento de la Luna y los planetas realizadas en el siglo pasado y en los primeros años de este, la colonización/exploración de la Luna y los planetas se perfila como el próximo desafío de la conquista espacial y la asignatura pendiente. Las aplicaciones del espacio tienen que servir también para resolver problemas en la Tierra.

Los retos futuros para el PNE y nuestra participación en la ESA pasan por conseguir un papel destacado en las aplicaciones de la tecnología espacial para la mejora de la vida cotidiana de las personas y por desarrollar un programa de exploración lunar y planetaria propio que permita colaborar en el Programa Global de Exploración junto con otras agencias espaciales, consiguiendo al mismo tiempo tener un papel de liderazgo en ciertos capítulos de dicho proceso.

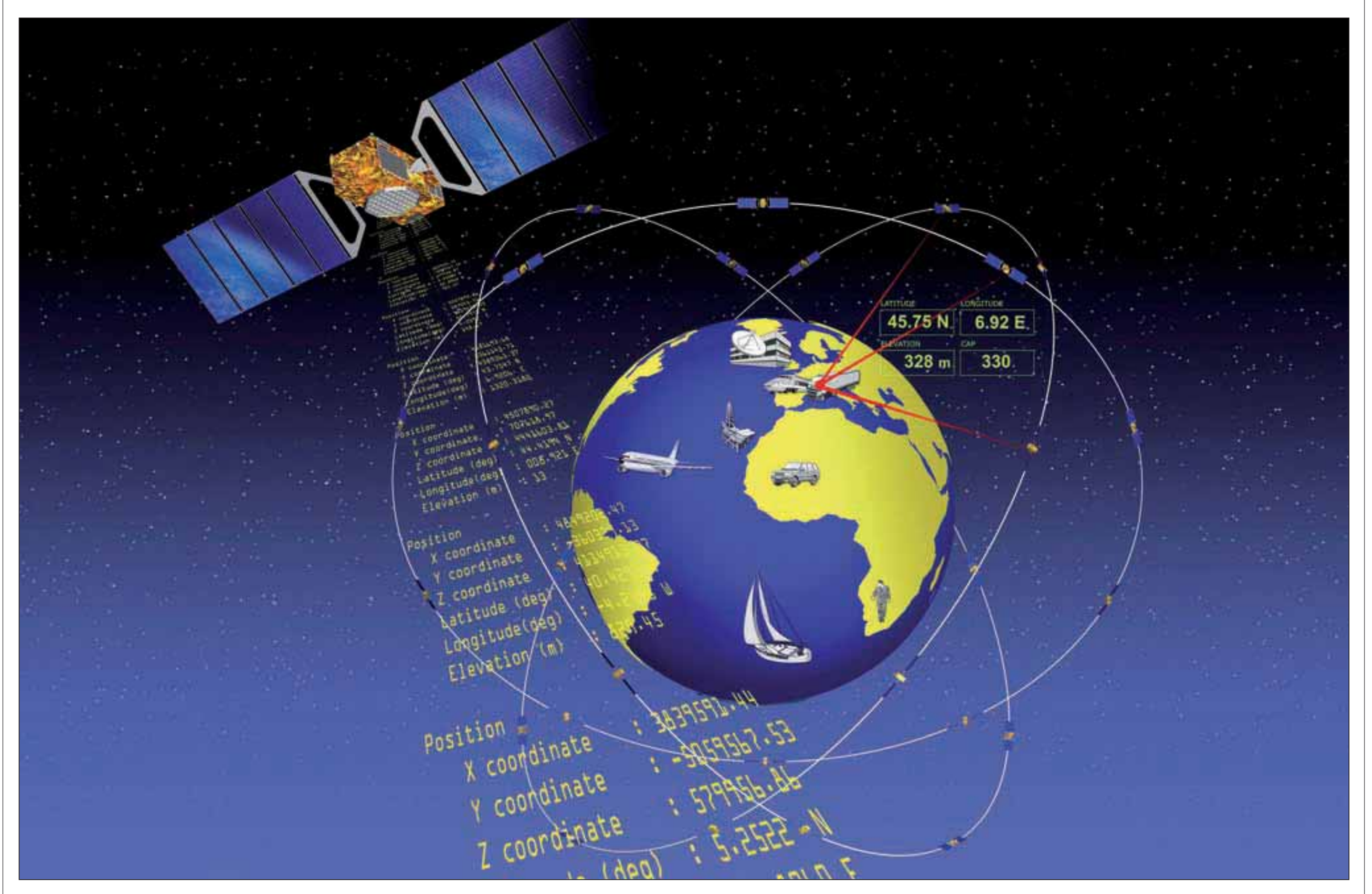
Para ello se necesita incrementar el nivel tecnológico y de conocimientos de nuestra comunidad espacial al mismo tiempo que se aumentan los recursos humanos y financieros para dicha "aventura". La inversión espacial ha sido una fuente de preparación de recursos humanos de alta formación y de tecnologías punta que ha incidido de manera positiva en otros sectores de la economía y que, dado el desafío que supone dicha exploración lunar y planetaria, volverá a ser una fuente de invenciones y desarrollos cuyas aplicaciones en nuestra vida cotidiana son difíciles de prever. En un periodo en que la necesidad de explorar no es sólo deseo de una minoría, el espacio interplanetario se perfila como una frontera donde cada vez mas la actividad espacial será dirigida. Ocupar un destacado papel en esta nueva fase debe ser una de las prioridades del Plan Nacional futuro.

LOS AÑOS PRECURSORES 1968-1975

El primer periodo del Programa Nacional de Espacio y de nuestra participación en la ESA (ESRO, European Space Research Organitation hasta 1975 cuando se constituye la ESA), se desarrolla entre 1968 y 1974[3] estando el mismo enfocado al desarrollo de

conseguir las primeras experiencias y conocimientos de la actividad espacial formando personal que pudiese acometer los desafíos que la actividad espacial conlleva. Fueron años difíciles de escasos presupuestos pero que consiguieron el lanzamiento del primer satélite español INTASAT, con la ayuda obvia de otros países como EEUU e Inglaterra, pero con la cual se consiguió aglutinar unos primeros grupos de TA y a dos empresas (CASA, SENER) que participaron en los consorcios MESH, COSMOS y STAR que la ESA había establecido como forma óptima de gestionar los retornos en los países miembros.

La iniciativa de realizar el primer satélite nacional estuvo motivada por los acuerdos realizados con la NASA y el lanzamiento gratis del mismo que tuvo lugar en Nov de 1974 y significó un ciones posteriores al lanzamiento del INTASAT fueron muy limitadas y ello provocó, al final de unos años de falta de prioridad en la Administración sobre la actividad espacial, la necesidad de preparar un nuevo Plan y una nueva gestión que acometiese los desafíos que la comunidad espacial tenía planteados en esos momentos: rentabilizar científica, tecnológica, y financieramente nuestra contribución a la ESA.



Sistema de Navegación "Galileo" o GPS europeo con una importante participación de la industria española.

expertos que fueron fundamentales para dar los pasos posteriores.

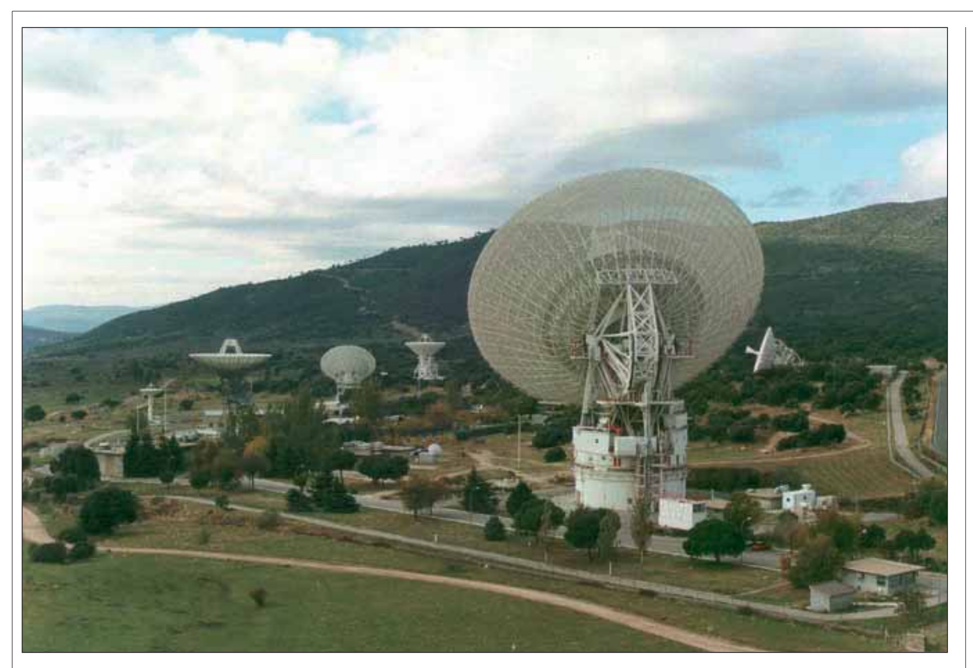
El primer Programa Nacional de Espacio fue dirigido por la CONIE y su ejecución fue realizada por el INTA con la participación de un reducido número de OPIS y empresas y que sentó la bases y conocimientos para el desarrollo de sistemas espaciales, el segmento terreno de operaciones, la experiencia con cohetes de sondeo, con cargas útiles para los mismos y el diseño y fabricación de estructuras, cableado, control térmico, antenas de TTC y mecanismos espaciales. La actividad empresarial estuvo reducida a la del IN- hito en nuestra historia espacial, a pesar de ser un nanosat por los standares actuales y sólo llevar una carga científica y un experimento tecnológico. En este año se logra también negociar la participación de España en la misión IUV (Internacional Ultraviolet Explorer) con lo que se consigue la estación de seguimiento de Villafranca del Castillo (VILSPA) que formará parte de la red ESTRACK de la ESA[4].

Este primer Programa Nacional no logró disponer de todos los recursos que se necesitaban para el desarrollo de la actividad espacial y nuestro ingreso en la ESA por lo que sus realiza-

CRECIMIENTO DEL SECTOR: 1985-1999

Desde el lanzamiento del INTASAT, la transformación de ESRO y ELDO en la ESA y el final del primer Programa Nacional pasaron diez años en los que se consolidaron ciertas líneas de especialización industrial y se pusieron el germen para nuevas empresas y actividades espaciales en nuestro país.

Con la Ley de la Ciencia en 1986 y el paso de la delegación de España en la ESA de la CONIE al CDTI se acomete un impulso a la actividad espa-



Estación de la NASA de la red de espacio profundo de Robledo de Chavela.

cial que será decisivo para el desarrollo del sector, siendo necesario plantearse la realización de un Programa Nacional con la finalidad exclusiva de conseguir los adecuados retornos científicos y tecnológicos de nuestra participación en la ESA y sin el cual las tareas que la industria española podría realizar serían de escaso contenido tecnológico, al mismo tiempo que la participación en el programa obligatorio científico de la ESA quedaría con escasa participación científica, por ello se incrementaron fuertemente los recursos para la preparación de personal, la preparación tecnológica de las empresas y la preparación de la comunidad científica.

El primer periodo de dicho Programa Nacional de Investigación Espacial de 1988-1991, se desarrolla con una fuerte participación industrial y científica, creándose instrumentos de financiación como los proyectos concertados e integrados gracias a los cuales se realizan las primeras participaciones de cierta importancia en la instrumentación de misiones científicas en la ESA y se realizan los primeros estudios de viabilidad de lo que sería el satélite MINISAT 01. La necesidad de conseguir los recursos humanos necesarios lleva a la creación de un programa de becas de tecnólogos mediante un acuerdo del CDTI con la ESA en la que ésta se compromete a preparar a titulados superiores españoles en las tecnologías necesitadas por las empresas y que éstas puedan contar con personal experto, para abordar los nuevos retos tecnológicos. Este Programa ha conseguido la formación de más de 300 titulados superiores, siendo el programa modelo para la formación de tecnólogos en otras instalaciones científicas avanzadas como el CERN, EMBL, ESO, etc.

Durante este periodo el CDTI financió más de 120 proyectos concertados, liderados por unas 25 empresas y que han supuesto una inversión cercana a los 13.000 Millones de pesetas (74 M€), sin incluir los proyectos integrados[5]. Estos proyectos permitieron a las empresas desarrollar tecnologías y equipos como antenas, mecanismos espaciales, componentes estructurales de fibra de carbono, equipos de radiofrecuencia activa y pasiva, electrónica de potencia eléctrica, gestión de datos a bordo, navegación por GPS, mecánica orbital, capacidad de diseño de circuitos híbridos e integrados, procesado de imágenes de observación de la Tierra, etc. y que han facilitado su aplicación en los programas de la ESA, contribuyendo así al objetivo de mejorar el retorno industrial.

Paralelamente se crea la sociedad Hispasat, con lo que conlleva de participación nacional para la industria española y el programa de retornos asociado, situándose España entre los países con un sistema nacional de telecomunicaciones por satélite propio y capacitando a la industria para competir en programas comerciales de telecomunicaciones por satélite.

La participación en los programas de la ESA se incrementa notablemente en tareas de contenido tecnológico alto, participando en el diseño y fabricación de subsistemas y componentes más allá de los tradicionales de estructuras, cableado y control térmico como son los subsistemas de potencia, los subsistemas de TTC, antenas embarcadas, mecanismos avanzados, electrónica digital, amplificadores de estado sólido, procesado a bordo, estaciones de tie-



Centro ESAC de la ESA anteriormente estación VILSPA de la red de seguimiento de satélites.

rra, calificación de componentes, etc; España pasa a participar en todas las misiones del programa obligatorio, científico y tecnológico y con la excepción del Programa de OT, en todos los opcionales de lanzadores, telecomunicaciones y tecnológicos.

Asimismo, motivado por la participación europea en el programa de la Estación Espacial Internacional (ISS) y la posibilidad de experimentación en órbita con los laboratorios tripulados, (Columbus) la ESA lanza la selección de astronautas para la creación de un cuerpo europeo de astronautas, seleccionándose un astronauta español: Pedro Duque, que realizaría su primer vuelo en el trasbordador espacial en el vuelo STS-95 en octubre de 1998 y que marcó un hito histórico para España; dicho vuelo tuvo además la presencia del primer astronauta americano John Glenn (Feb. 1962) que a sus 77 años realizaría su segundo viaje espacial. La popularidad de Glenn y la juventud y sencillez de Duque hicieron de ellos una pareja que dio la vuelta en los titulares mundiales de los medios de comunicación.

La contribución de España a la ESA pasó a incrementarse en más de un 425 % pasando de 24 M€ en 1986 a 102,2 M€ en 1999[6] estando el retorno industrial por encima del 100% (106% en 1999) habiéndose logrado que las empresas españolas tuvieran una importante participación en todos los programas de la ESA y que la comunidad científica participase en la instrumentación de las misiones científicas, (consiguiéndose que un científico español liderase por primera vez un instrumento, la OMC del satélite de rayos gamma INTEGRAL) así como en la experimentación de los programas de microgravedad. Con ello los objetivos iniciales del Programa Nacional de Espacio se vieron ampliamente superados.

El Programa Nacional de Espacio puso en marcha como hemos mencionado anteriormente el proyecto de satélite nacional MINISAT 01 como proyecto integrado y que gracias al esfuerzo del INTA que logró crear un equipo fuertemente motivado y el esfuerzo del CDTI por lograr una alta participación industrial se consiguió que en abril de 1977 dicho satélite fuese lanzado desde Canarias (con la singularidad de un lanzamiento hacía el Oeste) con una importante participación de la comunidad científica al llevar tres experimentos científicos y uno tecnológico.

Desafortunadamente el Minisat 01 no tuvo continuidad pero sentó las bases para que el sector espacial tanto industrial como científico aspirase a mayores niveles de responsabilidad como integradores de satélites completos y con cargas de instrumentación científica lideradas por investigadores españoles, y que, como comentaremos después, ha dado sus frutos con el anuncio del desarrollo del primer sistema de satélites nacionales de observación de la Tierra tanto en óptico como con radar de apertura sintética anunciados recientemente por los Ministerios de Industria y de Defensa. La colaboración INTA-CDTI ha sido fundamental para conseguir este hito de nuestra reciente historia espacial.

LIDERAZGO DE SISTEMAS COMPLETOS E INTERNACIONALIZACIÓN DEL SECTOR 2000-2007

A finales de los años 90 el modelo del Programa Nacional de Espacio había dado sus frutos mediante la consecución de sus objetivos de lograr una participación industrial y científica acorde con nuestra contribución en los programas de la ESA y había dado sus primeros signos de agotamiento. La instrumentación financiera del PNE industrial eran los créditos CDTI que para las empresas estuvieron justificados en los primeros años del programa, fundamentalmente por dos motivos: los altos tipos de interés de finales de los 80 y principios de los 90 y la posibilidad de recuperar la inversión con la aplicación de los desarrollos realizados en el PNE en los programas de la ESA. Estos supuestos se vinieron abajo cuando a finales de los 90 los tipos bajaron y las crisis periódicas de las misiones ESA hacían cada vez más difícil garantizar que los desarrollos realizados tuvieran aplicación en los programas.

Ello motivó la búsqueda de nuevas soluciones y en el año 2000 se puso en marcha el nuevo Programa Nacional de Espacio (PNE) mediante la concesión mixta de subvenciones (complementada en su caso por anticipos reembolsables o créditos CDTI) y que permitieron a las empresas abordar con más interés nuevos desarrollos tecnológicos aplicables a programas ESA o a otros programas de carácter comercial. La puesta en marcha de la contratación directa por parte del CDTI para las misiones bilaterales supone el final de esta nueva instrumentalización como veremos más adelante, y que da al CDTI carácter de facto de Agencia Espacial.

En el cuadro se presentan los resul-



Rover de la misión de Marte de la NASA MSL (Mars Science Laboratory) que será lanzada en 2009 y que cuenta con la colaboración del CAB y el CDTI.

tados de las convocatorias del PNE desde el año 2000 al 2007.

El Programa Nacional de Espacio en el periodo 2000-2007 supone así un nuevo empuje para el sector, estando enfocado fundamentalmente en la consolidación de líneas tecnológicas propias de las empresas y el liderazgo de sistemas completos, al mismo tiempo que se busca el desarrollo de nuevos nichos y posibilidades en el terreno internacional que permitan a las empresas y grupos científicos participar en misiones con otras agencias espaciales fuera del entorno de la ESA, diversificando sus clientes y la dependencia de los ciclos de la ESA.

El desarrollo de un satélite nacional de OT se perfila como la primera prioridad del Programa Nacional, realizándose los primeros estudios de viabilidad y consiguiéndose finalmente la aprobación de la iniciativa como aportación española al programa de la ESA GMES, consiguiendo la colaboración de la misma en su desarrollo.

Por otra parte, aprovechando las iniciativas de grupos científicos que han conseguido lograr una participación científica en programas fuera de la ESA y por otra, gracias a los programas de retornos por la compra de los satélites Hispasat/Spainsat que promueven la participación de las empresas en el entorno del mercado de los satélites de comunicaciones, mercado de muy difícil acceso si no es por el incentivo de contabilización de retornos obligados con los primes, la industria y los grupos científicos nacionales, logran una introducción en los programas internacionales de otras agencias espaciales, siendo esta fase actual uno de los potenciales factores de crecimiento del sector, lográndose acuerdos con la NASA, Roscosmos, el CNES y la CSA para el desarrollo de misiones conjuntas en cooperación.

Esta tercera fase ha sido fundamental para lograr el papel que España actualmente tiene como actor espacial en el entorno europeo y mundial, por una parte la contribución a la ESA pasó de 87 M€ en 2000 a 187 M€ en 2007 siendo el esfuerzo de la Administración especialmente importante en los últimos 4 años, desde 2004, en los cuales la apuesta del Gobierno por la I+D ha sido fundamental incrementándose de manera continuada la contribución a la ESA en más de un 14% y posibilitándose en el PNE un incremento muy importante del presupuesto global. Especialmente el CDTI ha puesto en marcha, dentro de los objetivos del PNE, la instrumentalización de los programas bilaterales mediante la contratación directa, mecanismo novedoso que permite la realización de una política espacial plena y que da de facto al CDTI la capacidad de actuar como Agencia espacial en igualdad de condiciones a otra agencias espaciales europeas y mundiales.

En el presupuesto para la comunidad científica se consigue al mismo tiempo un fuerte incremento gracias a la colaboración entre el CDTI y el Ministerio de Educación (Ministerio de Ciencia y Tecnología en el periodo 2000-2004, y al cual estaban adscritos tanto el CDTI como la Dirección General de Política Científica gestora de lo proyectos de investigación). Dicha colaboración consigue que el presupuesto destinado a proyectos de investigación espacial pase de unos 500 Mptas (3 M€) en los años anteriores al 2000 a 1200 Mptas (7,2 M€) en el 2001 estando actualmente en 15 M€, siendo, durante los años 2000 y 2001, el CDTI el único gestor tanto de los proyectos industriales como científicos conservando ambos líneas presupuestarias distintas. Este fue un intento de integración de la política espacial que no tuvo continuidad por la falta de cohesión y visión de futuro de la comunidad científica espacial.

El PNE consigue en el terreno científico consolidar la participación de los grupos científicos españoles en las principales misiones de la ESA, como son Herschel y Plank, Lisa Pathfinder, Venus/Mars Express, Rossetta, GAIA, y prepara a la comunidad para las futuras misiones de exploración de la ESA como son Exomars y la explotación de la ISS y experimentos como el AMS (Alpha Magnetic Spectrometer) con una importante participación del CIEMAT. Paralelamente al desarrollo industrial de SMOS la comunidad científica de observación de la Tierra da pa-

Convoc.	Nº Empr.	Pres.	Pto.Sol.	Proy. Aprob.	Pto.Financ.Conc.
2000	18	62	41,39 M€	22	24,53[7] M€
2001	15	18	19,24 M€	15	7,04[8] M€
2002	16	25	17,06 M€	22	7,52 M€
2003	13	17	14,29 M€	12	6,07 M€
2004	22	58	33,96 M€	47	10,81 M€
2005	19	58	25,32 M€	40	4,66[9] M€
2006	26	41	37,60 M€	25	18,28 M€
2007	35	55	26,13 M€	35	11,04[10] M€



La estación espacial ISS y la Tierra vistas desde el "Discovery" en la misión STS 118 en agosto de 2007.

sos importantes consiguiéndose liderar la carga de pago de dicha misión y su explotación a nivel de Investigador Principal. Los Institutos de Astrofísica de Canarias, de Astrofísica de Andalucia, de Ciencias del Mar, de Física de Cantabria, de Estructura de la Materia, y otros del CSIC se destacan con investigadores de primera línea en dichas misiones de la ESA, y constituyen el núcleo de la comunidad científica espacial con reconocido prestigio nacional e internacional.

La experimentación en microgravedad tiene también un periodo de crecimiento, siendo importantes los experimentos sobre crecimiento de cristales, estudios de la longevidad de la Drosophila Melagonaster y el crecimiento celular de plantas, la experimentación con fluidos y los estudios sobre la resistencia de líquenes al ambiente espacial, siendo de destacar los grupos científicos de la UAM, INTA, Instituto de Ciencias de la Tierra, y el Instituto Ignacio da Riva. Relacionado con la experimentación en microgravedad este último Instituto crea avalado por la ESA USOC, como centro español para coordinar la experimentación en la ISS.

Se crea también por el INTA-CSIC, el Centro de Astrobiología asociado al NASA Astrobiology Institute, y que se constituye como centro de vanguardia multidisciplinar para abordar el fenómeno de la vida y la investigación de la misma en el Universo, tema trascendental cuyo desciframiento es y será un objetivo permanente de la humanidad. Las tecnologías involucradas en los programas en marcha son de las más avanzadas y el equipo cuenta con científicos de los más prestigiosos nacionales e internacionales para abordar el tema de la vida y su origen.

El CDTI ha venido realizando una intensa labor de promoción y coordinación que ha permitido multiplicar por 10 el número de investigadores dedicados a la experimentación con satélites en temas como la astrofísica, astronomía, física solar, física planetaria y física fundamental, siendo como hemos comentado una comunidad de reconocido prestigio internacional y que en algunos casos ha conseguido situarse a la cabeza (en este sentido es de destacar el IAC mediante el desarrollo del GTC que ha conseguido situar a España en



Lanzador de la ESA Ariane V que cuenta con una importante participación española.

el nivel más avanzado de instalaciones astronómicas mundiales y el CAB que nos sitúa también como lideres en el terreno de la astrobiología).

En el liderazgo de cargas de pago cuyo primer ejemplo fue la OMC (Optical Monitoring Camera) en la misión Integral de la ESA, no se ha conseguido la posición que sería de desear para España. Posteriormente a la OMC sólo se ha conseguido liderar otro instrumento por el CAB en una misión fuera de la ESA como es el REMS estación meteorológica de la misión de la NASA MSL (Mars Science Laboratory, que cuenta también con una participación industrial importante en el rover en el subsistema de comunicaciones) y en la misión de exploración de la ESA Exomars en el instrumento RAMAN-Lib y en el cual el CDTI ha puesto en marcha la contratación industrial como programa bilateral para la misión de colaboración con la NASA. El liderazgo como IP (Investigador Principal) de instrumentos por científicos de grupos españoles es una de las asignaturas pendientes y objetivo para futuros planes.

RETOS FUTUROS: 2010 Y MÁS ALLÁ

La actividad espacial tiene un futuro que podríamos calificar de apasionante. Por una parte el espacio constituye la última e ilimitada frontera para la humanidad y por otra las aplicaciones que se desarrollan y las tecnologías que se necesitan para su exploración y explotación repercuten de manera positiva y amplificada en la vida cotidiana de las personas.

Aunque el espacio tropieza con una dificultad importante como es el coste de poner en orbita de la Tierra una masa determinada[11], bien es verdad que este coste está siendo asumido por el desarrollo y ventajas que implica, como es el caso de los satélites de telecomunicaciones, actividad esta puramente comercial y camino de la cual va también la Observación de la Tierra y la Navegación, aunque los periodos de maduración de todas estas aplicaciones sean largos. Dicha dificultad será solventada o al menos aliviada, en el futuro cuando se consigan tecnologías para la exploración y explotación de la Luna y los planetas que se perfilan, como adelantamos anteriormente, como la asignatura pendiente de la salida del hombre al espacio.

El papel conseguido por España en estos 50 años de aventura espacial podemos calificarlo de modesto, pero al mismo tiempo de aportación significativa al progreso de la tecnología y ciencia espacial: se ha participado en los años 60 en la exploración lunar y planetaria a través de las estaciones NASA; se participó como miembro fundador de ESRO y ESA pese a la situación política de aquellos años; se lanzó el primer satélite en el año 1974, se consolidó en 1992 como país un sistema propio de telecomunicaciones por satélite Hispasat y posteriormente con Spainsat como país con un sistema de defensa y de comunicaciones en banda X comercial propio; disponemos en colaboración con NASA y ESA de estaciones de campo profundo para misiones interplanetarias[12]; tenemos un astronauta que ha volado dos veces al espacio (a la ISS en el segundo vuelo) y se ha consolidado una industria y una comunidad científica que empieza a competir con los 4 grandes europeos (Francia, Alemania, Italia e Inglaterra), liderando misiones en la ESA como Amerhis, SMOS y SEOSAT (satélite INGENIO, pieza clave del "Plan Estratégico Espacial para el sector espacial 2007-2013" presentado por el CDTI en 2006) al mismo tiempo que se inician lazos de cooperación con la principales agencias espaciales (NASA, Roscosmos, CNES y CSA).

Esto nos permite apostar con optimismo por el futuro y aspirar a un papel que continúe esta tendencia de incremento de la I+D, y que logre situar a la ciencia y la tecnología de nuestro país entre las de los países más avanzados. No es fácil, existe mucha competitividad y naciones como China, India, Japón, Brasil, están apostando ambiciosamente por el espacio con Programas espaciales que en algunos casos cada vez están más cerca de los de EEUU, Rusia o Europa.

Es por ello que conviene situarse en la "hoja u hojas de ruta"[13] que se están elaborando para lo que será la carrera espacial de este siglo: la colonización de la Luna y la exploración planetaria en busca de otros sistemas biológicos, de otras fuentes de recursos naturales o en busca pura de conocimiento (el turismo podría ser también una fuente de demanda y el mismo en realidad no es más que la popularización del afán de exploración del ser humano). España, se podría plantear el liderazgo de ciertas áreas como podrían ser: las infraestructuras de comunicaciones y navegación lunares y planetarias que serán requeridas para dicha aventura, el transporte de superficie, la telemedicina; grandes instalaciones científicas lunares, como telescopios, laboratorios de alta seguridad, aceleradores, etc; el desarrollo de tecnologías para el uso de materiales in situ para aplicaciones que irían desde la preparación y cultivo de alimentos a las necesidades de construcción civil de infraestructuras. Estas tecnologías estarían fuertemente robotizadas y automatizadas por lo que su desarrollo supondrá sin dudas avances para la mejora de la vida cotidiana en la Tierra.

El papel en las aplicaciones clásicas y nuevas del espacio debe continuar los esfuerzos realizados hasta ahora, y, como objetivos inmediatos, consolidar una capacidad de integración de cargas de pago avanzadas de los satélites de telecomunicaciones e instrumentación avanzada para futuros satélites de OT. La apuesta actual por un sistema propio de observación de la Tierra no se debe quedar en un hecho singular y se necesita ya planificar la continuidad del sistema con los satélites de segunda generación que se van a demandar dentro de los próximos cinco años. Es la única forma de no perder la experiencia que se consiga y poder avanzar en las aplicaciones.

La comunidad científica tiene que consolidar varios nichos de conocimiento y tecnológicos que permitan liderar instrumentos en misiones de la ESA, en colaboración con otras agencias espaciales u en satélites propios. El REMS, el WSO, SMOS, GAIA, SO, son ejemplos a seguir, pero que se tienen que extender para adquirir la experiencia y conocimientos para acometer dichos liderazgos. Agrupaciones del estilo de ASTRID para promover la cooperación en las áreas de la instrumentación científica son también excelentes iniciativas que cohesionan a la comunidad y aprovechan la economía de escala que puede llevar consigo dicho interés común.

RESUMEN DE LOS SATELITES REALIZADOS O ADQUIRIDOS POR ESPANA.



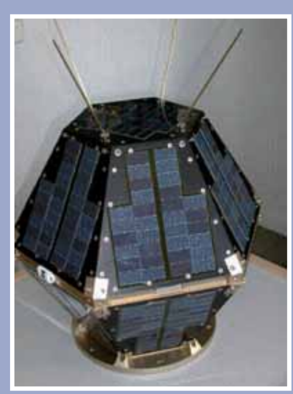
INTASAT 1974



UPMSAT 1995



MINISAT 1997



NANOSAT 2004



HISPASAT 1A 1992



HISPASAT 1B 1993



HISPASAT 1C 2000



HISPASAT 1D 2002



X-TAR 2005



SPAINSAT 2006



AMAZONAS 1 2004

Es por ello que la Administración debe continuar con un esfuerzo presupuestario coherente con la situación actual y que posibilite el aprovechar las oportunidades que se perfilan para el futuro mencionadas anteriormente. Sólo una crisis social o económica sin precedentes podría poner este futuro en entredicho y las ventajas derivadas de la actividad espacial compensarían con creces el esfuerzo que se realice. El estereotipo y comentario común de para qué sirve ir al espacio con todos los problemas que hay que arreglar en la tierra ha dejado de ser válido, pasando por la actividad espacial precisamente el arreglo de muchos de dichos problemas. Por ello estamos convencidos de que las distintas Administraciones son conscientes de este hecho y la actividad espacial continuará e incrementará su status de actividad estratégica. El siglo XXI estará sin duda repleto de aventuras espaciales apasionantes ■

NOTAS

[1] La denominación carrera espacial tiene su origen en la rivalidad con la que surgió la actividad espacial entre las dos superpotencias del momento: EE.UU. y la URSS; actualmente no tiene sentido hablar de carrera y sí de actividad o exploración espacial.

[2] También hasta el año 2000 denominado PNIE (Programa Nacional de Investigación Espacial).

[3] Ver "Spain in Space" de J.M. Dorado, Manuel Bautista y Pedro Sanz Aranguez publicado por la ESA y de próxima publicación en español por CDTI.

[4] VILSPA, actualmente centro de la ESA para misiones científicas: ESAC, European Space Astronomy Center.

[5] Este instrumento permitió el desarrollo de capacidades importantes en la industria y la comunidad científica. Los proyectos fueron: Minisat, Integral, Virgo y Golf en SOHO y DESAT.

[6] Durante este periodo la contribución a la ESA pasó también por un periodo de crisis a partir del año 1996 año en que la contribución alcanzó un máximo de 109 M€.

[7] Incluye proyectos industriales + científicos.

[8] Desde 2001 sólo se incluyen los proyectos industriales.

[9] Por transferencia de las competencias completas de gestión del PNE al CDTI sólo se aprobó la anualidad 2005.

[10] Incluye ampliación a dos líneas tecnológicas relacionadas con Grandes Instalaciones Científicas de Astronomía y Aceleradores.

[11] Muy variable dependiendo del lanzador y misión pero del orden de 10.000$/kg.

[12] Estación de Cebreros, de la ESA y Robledo de Chavela de NASA.

[13] Ver documento de la reunión de Kyoto de 7-9 de marzo de 2007 entre las Agencias Espaciales de Australia, Canadá, China, Francia, Alemania, India, Italia, Japón, Corea del Sur, Rusia, Ukrania y la ESA, titulado "The Global Exploration Strategy: the Framework for Coordination".

La industria espacial española

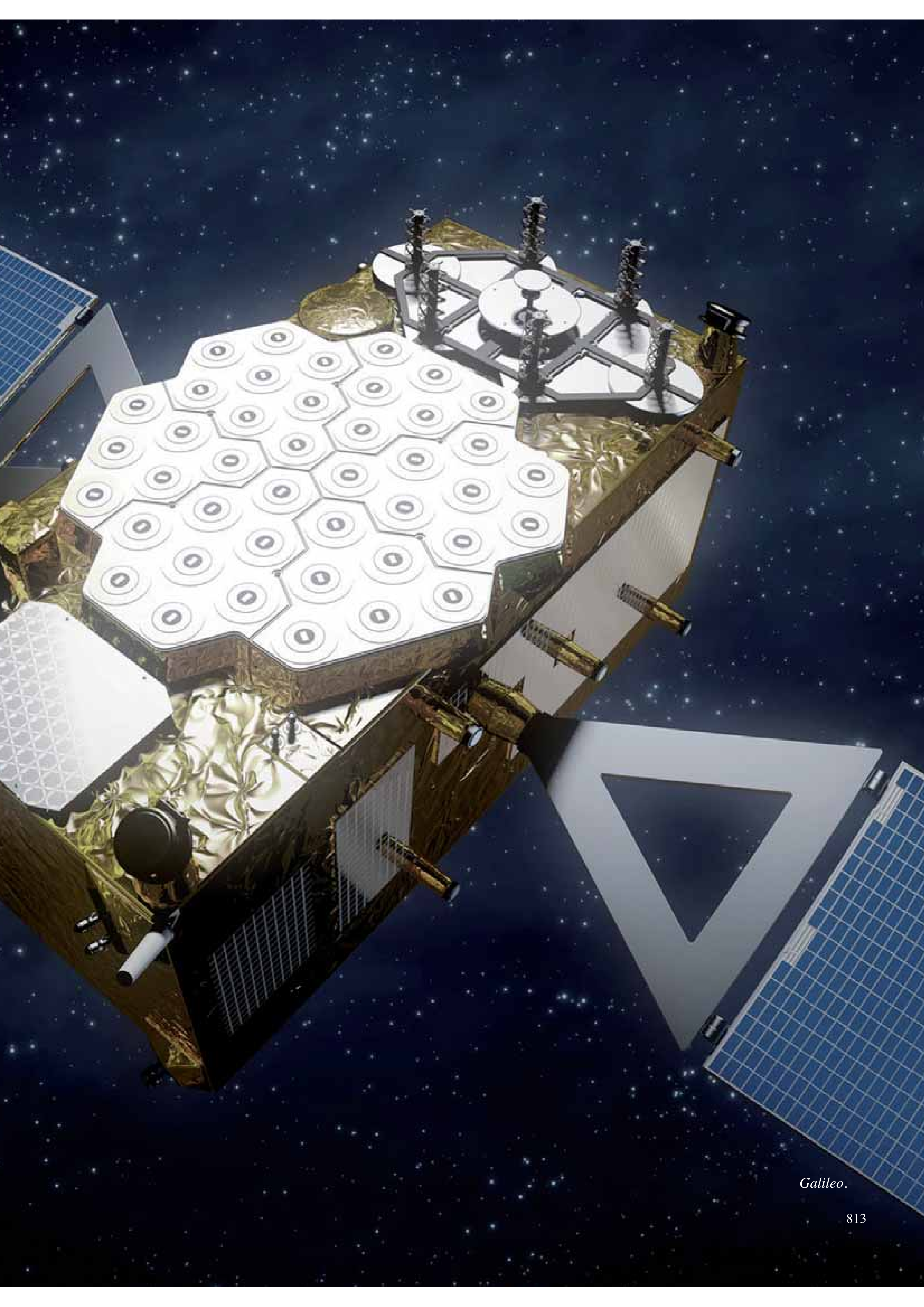
Juan Francisco Nebrera
Presidente de ProEspacio

Coincidiendo con los 25 años transcurridos desde el inicio de la carrera espacial, se publicaron en 1982 diversos artículos de opinión que presentaban la situación general del sector espacio en nuestro país y ofrecían datos concretos sobre los logros de la industria espacial española de la época. Me he permitido utilizar algunas de las informaciones recogidas en dichos artículos como punto de partida y nivel de comparación con la perspectiva actual de nuestra industria en el año que conmemoramos el 50 aniversario de la puesta en órbita del primer satélite artificial, bautizado por sus creadores en la extinta URSS como Sputnik-1.

Hace 25 años, y sin considerar la participación institucional del INTA, se hablaba solamente de dos entidades empresariales con actividad espacial destacable en España, SENER y CASA, que habían conseguido en el periodo que va del 1972 al 1979 unos volúmenes de contratación de 17,8 MUC y 16,3 MUC respectivamente. Realizando las correspondientes conversiones, estaríamos hablando de un montante global contratado en ocho años equivalente a 32,4 millones de €, es decir una media de 4 millones de € anuales. Las condiciones de contorno en que se desarrolló esta actividad industrial espacial en España en la década de los 70 no eran fáciles, con un mercado muy dependiente de una aún incipiente organización a nivel europeo, orientado sobre todo a la investigación científica, junto con los problemas derivados de la asunción y control de tecnologías nuevas y rápidamente cambiantes.

La decisión de España de incorporarse como socio fundador en 1975 a la Agencia Espacial Europea (ESA) supuso un hito fundamental en el desarrollo de nuestra industria espacial, dado que a partir de esa fecha, los fondos públicos aportados para la realización de los Programas europeos abordados por la ESA comienzan a generar oportunidades de contratación para nuestras Empresas gracias al mecanismo del "retorno geográfico". En la década de los 80 se produce un acelerado crecimiento de la aportación anual española a los presupuestos de la ESA, financiación pública que desde 1986 y como consecuencia de la publicación de la Ley de la Ciencia, pasa a ser gestionada por el CDTI, que asume asimismo el papel de Delegación española en el Consejo de la Agencia Espacial Europea. Esta fase prolongada de aumento sustancial de la inversión pública en espacio enmarcada en el contexto de un mercado en expansión de tecnologías punta y de alto valor añadido, sirve de acicate para la aparición de diversas iniciativas empresariales, que a finales de la década completan prácticamente el panorama actual en cuanto a número de Sociedades activas en el sector. Mención especial merece la fundación en 1989 de Hispasat como operador nacional y proveedor de servicios vía satélite, lo que nos incorporaba al reducido y selecto grupo de países con operador propio. El tejido industrial así formado, está compuesto en parte por Sociedades de capital español y en parte por filiales de los grandes Contratistas Principales europeos.





Galileo.

En los 90 y durante los primeros años de este siglo nuevos actores se incorporan a la actividad industrial espacial hasta configurar hoy en día un conjunto de unas veinte pequeñas y medianas Empresas entre los 60 y los 400 empleados, tecnológicamente avanzadas, intensivas en I+D+i y competitivas a nivel internacional. La industria espacial también se agrupa a partir de 1995 fundando ProEspacio, la Asociación Española de Empresas del Sector Espacial, a la que pertenecen la mayoría de dichas PYME´s. Según datos estadísticos correspondientes a 2006, la industria espacial española facturó en dicho año 438,7 millones de € y dió empleo a más de 2.450 personas, en su mayoría ingenieros y titulados universitarios, consolidándose en el quinto lugar dentro de los países de la UE, cerca del Reino Unido, pero lejos aún de Italia y Alemania, y sobre todo de nuestra vecina Francia. Comparando estas cifras con las citadas al principio, se constata fácilmente que el avance en términos de facturación y número de empleados es notable, pero no lo es menos si observamos la evolución en estos años de las capacidades y de la oferta de productos y servicios.



Sputnik-1.

Haciendo referencia de nuevo a la información publicada en esta misma revista en Octubre de 1982, nuestra industria estaba especializada fundamentalmente en elementos estructurales y mecanismos para el segmento vuelo, en los sistemas mecánicos de las estaciones de tierra y en algunos servicios de ingeniería de soporte a las operaciones y desarrollo de software. En la actualidad, somos capaces de suministrar equipos y componentes de vuelo de primer nivel prácticamente para todos los subsistemas de lanzadores y satélites, desde la propulsión al control de órbita, pasando por la electrónica de potencia y de control, el software embarcado, el control térmico y todo lo relacionado con la recepción y transmisión en radiofrecuencia. Antenas, estructuras en fibra de carbono, sofisticados mecanismos o equipos para investigación biológica en microgravedad son también aportaciones relevantes de nuestra industria espacial. En el segmento terreno cubrimos la totalidad de disciplinas necesarias para el desarrollo y operación de estaciones de seguimiento, centros de control y redes asociadas, y en cuanto a servicios de ingeniería especializada competimos con éxito a nivel mundial en áreas como la simulación, la creación de software, los estudios de fiabilidad, la mecánica de vuelo o los análisis de misión por citar sólo algunos ejemplos.



AmerHis.

En los últimos años, y coincidiendo también con un periodo continuado de importantes aumentos de la financiación española a los presupuestos de la ESA, se han podido conseguir mayores cotas de alcance y responsabilidad en los programas europeos, llegándose a liderar el desarrollo y suministro de dos subsistemas complejos, uno en el área de Observación de la Tierra (SMOS/MIRAS) y otro en el área de las Telecomunicaciones (AmerHis). AmerHis está embarcado y funcionando a plena satisfacción en el satélite Amazonas de Hispasat, y por su parte SMOS/MIRAS se encuentra en la fase final de ensayos antes de su integración y lanzamiento en fechas muy próximas.

El salto cualitativo que ha supuesto el dirigir con éxito ambos subsistemas, constituye una etapa intermedia necesaria para afrontar con garantías el reto de liderar el recientemente anunciado Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite. Este importante Proyecto lanzado por la Administración, estará formado por dos satélites provistos de un instrumento óptico y un instrumento radar respectivamente, operados y controlados desde territorio español, constituyendo una oportunidad única para nuestra industria de alcanzar el nivel de sistemista, si superamos con éxito los desafíos tecnológicos y organizativos que este ambicioso Programa Nacional propone.

El futuro de los próximos 25 años pasa sin duda por mejorar nuestra po-



SMOS.

sición frente a nuestros socios europeos y a las potencias espaciales emergentes, lo que va a requerir un esfuerzo coordinado entre los Organismos Públicos de tutela de la actividad espacial, la Industria, la Comunidad Científica y los Centros Tecnológicos. Sólo asegurando el máximo aprovechamiento de la inversión y de las compras públicas en aplicaciones de valor añadido para el servicio de los ciudadanos y contando con un sector industrial comprometido con la innovación y el desarrollo de nuevas capacidades será posible mantener este subsector clave para la soberanía, con un alto índice de tranferencia de tecnología hacia otros sectores productivos y elemento básico para afrontar el desarrollo sostenible de nuestra sociedad ■

Las agencias espaciales en este aniversario

DAVID CORRAL

Hace 50 años se produjo un hito fundamental en la carrera espacial y en la historia de la Humanidad, el lanzamiento del Sputnik. Inmersas en una competición tecnológica, científica y militar que apenas comenzaba las dos superpotencias mundiales, Rusia y Estados Unidos, dedicaron titánicos esfuerzos para superar nuestra frontera atmosférica y llegar a los confines del Universo. En este siglo XXI las antiguas enemigas han unidos sus esfuerzos, junto a Europa, Japón y otras agencias, en la ISS, el primer paso en el camino hacia la colonización de la Luna y Marte. China, India y Brasil tienen visos de grandeza y en pocas décadas pueden ser las agencias espaciales privadas las que lideren la exploración, la investigación o el transporte de seres humanos por el Universo.



RUSIA ABRIÓ EL CAMINO HACIA EL COSMOS

A la gran nación europea, entonces conocida como U.R.S.S. (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas), le corresponde el honor de ser la primera en enviar un satélite artificial al Cosmos, el famoso Sputnik 1. Pero sus ambiciones espaciales eran más antiguas. Las teorías de la exploración del Cosmos comenzaron a plantearse en la Rusia zarista del Siglo XIX, al igual que en otras naciones europeas, y antes de la Revolución Comunista impulsada por Lenin y el fin de la Primera Guerra Mundial, el destacado pionero de la astronáutica Konstantin Tsiolkovsky sentó las bases de la moderna astronáutica en su obra "La exploración del espacio cósmico por medio de los motores de reacción" (1903). También planteó en 1929 el concepto de cohete de múltiples fases, una clarividencia muy acertada de la que hicieron amplio uso a lo largo de los años 20 y 30 el GIRD, Grupo de Investigación de Propulsión a Reacción, uno de los centros subvencionados por el estado para el desarrollo de cohetes en la URSS. En 1933, siete años después del primer lanzamiento del estadounidense Robert Goddard, lograron con el GIRD-09 el primer lanzamiento de un cohete de combustible líquido. Uno de sus miembros fundadores, Sergey Korolyov, sería con el tiempo el principal impulsor del programa espacial soviético con los programas Sputnik y Vostok. Al igual que sucedió con los estadounidenses tras la Segunda Guerra Mundial (Operación Paperclip), las autoridades soviéticas consideraron vital para el desarrollo de sus arsenales la captura de la documentación y los especialistas de las bombas volantes nazis. El ingeniero Helmut Gröttrup y su equipo participaron activamente en el cohete R-1, la réplica soviética de la temida V-2. Un modelo más evolucionado, el R-7 Semyorka, inició en 1957 la larga saga de ICBMs soviéticos (Intercontinental Ballistic Missile) y daba alas a la exploración metódica del Cosmos con el lanzamiento del Sputnik 1. Desde 1957 hasta el momento de la disolución de la URSS en 1991 se engloban bajo la etiqueta de "Programa espacial soviético" todas las actividades e iniciativas industriales, científicas, tecnológicas,


Sputnik I



Estación espacial MIR.

Yuri Gagarin

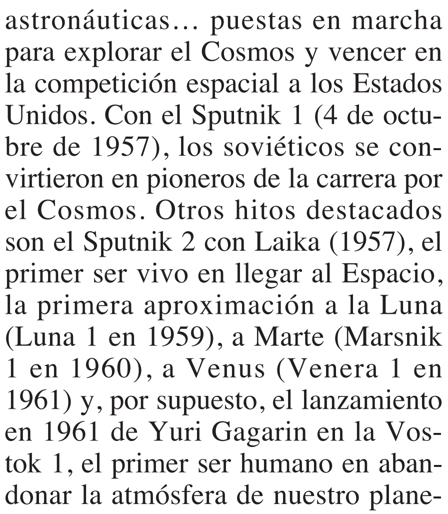
Valentina Tereshkova



Proton en rampa.



Atlantis en la MIR.



astronáuticas… puestas en marcha para explorar el Cosmos y vencer en la competición espacial a los Estados Unidos. Con el Sputnik 1 (4 de octubre de 1957), los soviéticos se convirtieron en pioneros de la carrera por el Cosmos. Otros hitos destacados son el Sputnik 2 con Laika (1957), el primer ser vivo en llegar al Espacio, la primera aproximación a la Luna (Luna 1 en 1959), a Marte (Marsnik 1 en 1960), a Venus (Venera 1 en 1961) y, por supuesto, el lanzamiento en 1961 de Yuri Gagarin en la Vostok 1, el primer ser humano en abandonar la atmósfera de nuestro planeta. Detrás de él llegaría la primera mujer Valentina Tereshkova (Vostok 6 en 1963), el primer EVA (Salida extravehicular, Aleksei Leonov en el Voskhod 2 en 1965), el primer acoplamiento de naves en órbita (Soyuz 4 y Soyuz 5 en 1969), la primera estación espacial (Salyut 1 en 1971) o la construcción de ese gran balcón al Universo que fue la estación espacial MIR, (de 1986 a 2001). Heredera de toda esta grandeza quedó, después de la caída del Muro de Berlín y del colapso soviético, la Agencia Espacial Federal de Rusia, también conocida como Roskosmos o con anterioridad RKA (Russian Aviation and Space Agency) o Rosaviakosmos. Desde 1992 tiene a su cargo, como agencia dependiente del Gobierno, el programa científico espacial de Rusia, la participación en la ISS y la investigación aeroespacial, además de ejercer el control central de los vuelos tripulados o no tripulados de carácter civil. La falta de fondos para el desarrollo de sus programas aguzó el ingenio de los directivos de la Agencia y gracias a sus eficaces Soyuz y Progress hoy son líderes en el lanzamiento de satélites comerciales y en turismo espacial.

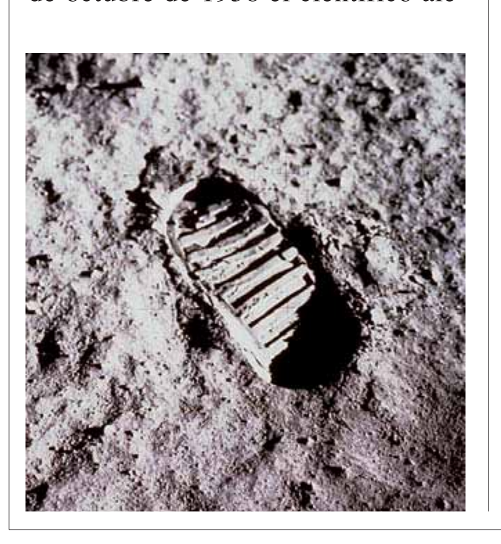
Preparativos para un lanzamiento en Baikonur.

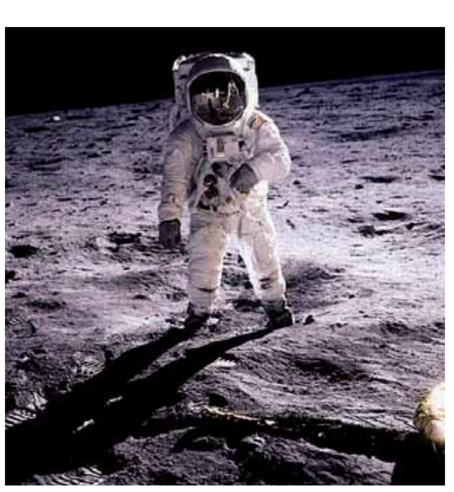


LA NASA, GRANDE ENTRE LOS GRANDES

Los Estados Unidos, coincidiendo con la celebración del Año Internacional Geofísico (del 1 de julio de 1957 al 31 de diciembre de 1958), anunciaron en 1955 su intención de lanzar el primer satélite artificial al espacio para orbitar a la Tierra. De los tres proyectos que estaban en marcha el candidato seleccionado fue el Vanguard que estaba siendo desarrollado por el Laboratorio de Investigación Naval. Pero la sorpresa soviética con el Sputnik 1 conmocionó a las autoridades de Washington con muchos proyectos en marcha y pocas esperanzas ya que el vuelo inaugural del Vanguard fracasó al explotar en mil pedazos poco después de abandonar la rampa de lanzamiento. El primer éxito llegó con el satélite Explorer 1, una nave que descubrió los cinturones Van Allen, las dos franjas de radiación magnética que rodean a la Tierra por encima de la atmósfera terrestre. En julio de 1958, para concentrar los diversos programas espaciales y competir contra la poderosa maquinaria espacial soviética, el presidente Eisenhower firmó el National Aeronautics and Space Act. Los 46 años de antigüedad, cuatro laboratorios y unos 8.000 trabajadores de la NACA (National Advisory Committee for Aeronautics), la agencia de investigación aeronáutica del Gobierno, pasaron desde entonces a ser conocidos como la National Aeronautics and Space Administration o el más popular NASA. Cuando comenzó sus operaciones el 1 de octubre de 1958 el científico alemán Wernher von Braun ya era, por derecho propio, su ingeniero jefe. Los programas que llevaron a los estadounidenses al espacio llevan su imborrable firma. Con el Programa Mercury Alan Shephard se convirtió en 1961 en el primer astronauta estadounidense al completar un vuelo de suborbital de 15 minutos a bordo de la nave Freedom 7. Al popular John Glenn, en la Friendship 7, le correspondió en 1962 el honor de ser el primer estadounidense en orbitar la Tierra. A los Programas Gémini y Apolo se les debe el "pequeño paso para el hombre, un gran paso para la humanidad", la llegada del hombre a

Apollo







Columbia.
STS-1.

la Luna y, con ello, el comienzo de las victorias estadounidenses y del declive soviético en la carrera espacial. Aunque las sondas automáticas soviéticas habían llegado a la Luna antes que cualquier otra nave de la NASA, en julio de 1969 el Apolo XI, lanzado por un Saturno V, llevó hasta nuestro satélite a los astronautas Neil Armstrong y Buzz Aldrin. El tercero, Michael Collins, tuvo que quedarse en el módulo de mando mientras sus compañeros recorrían el Mar de la Tranquilidad. La NASA también es especialista en observatorios espaciales como el incansable Hubble, satélites científicos o misiones de exploración interplanetaria como las Viking, Cassini, Deep Impact, Mariner, Mars Observer, Mars Pathfinder, Mars Express, Mars Rovers, MRO, Stardust o las maratonianas Voyager y Pioneer, los objetos creados por el hombre que más lejos han llegado en el Universo. A finales de los años setenta y los años ochenta la NASA obtuvo otro de sus mayores éxitos, el transbordador espacial. De esta especie singular sin demasiados congéneres se construyeron cuatro unidades y el 12 de abril de 1981 el Columbia fue el primero en ser lanzado. Pese a las trágicas pérdidas del Challenger y del Columbia, un cuarto de siglo después continúan trabajando activamente en la construcción de la ISS, el gran desafío de la nueva conquista




Hubble.



Gemini

STS-107

espacial. En este proyecto participan 26 países, entre ellos Estados Unidos y Rusia, Canadá, Japón y los países de ESA, entre otros. Cuando esté concluida dispondrá de más de 400 metros cúbicos de espacio interior, un peso de unas 475 toneladas y unas medidas de 108,5 metros de largo y 88,5 metros de ancho, además de 4.000 metros cuadrados de paneles solares. Por delante quedan el regreso a la Luna y el camino a Marte.



Titan 2

ESA. LA UNIÓN HACE LA FUERZA

Después de la Segunda Guerra Mundial muchos de los científicos europeos trabajaron, por voluntad propia o no, para las carreras espaciales de los Estados Unidos y la Unión Soviética. En 1958 el francés Pierre Auger y el italiano Edoardo Amaldi recomendaron a los gobiernos europeos que unieran sus fuerzas para crear una organización científica que tomase como modelo al CERN (Consejo Europeo para la Investigación Nuclear, fundado en 1954). Las posibilidades de la cooperación europea en materia espacial fue tratada en 1960 por los científicos de diez naciones europeas agrupados en el GEERS (Groupe d'etudes europeen pour la Collaboration dans le domaine des recherches spatiales) y en 1961 la COPERS (Commission préparatoire européenne de recherches spatiales) definió un programa científico, un presupuesto para ocho años y la estructura administrativa de la ESRO (European Space Research Organisation), la predecesora de la ESA. En 1964 llegaría la oportunidad para la otra, ELDO (European Launch Development Organisation), un organismo dedicado específicamente al desarrollo de sistemas de lanzamiento. En 1975 la ESA se convirtió en la puerta de acceso al espacio del continente europeo. Compuesta por 17 Estados Miembros, entre ellos España, su misión consiste en configurar el desarrollo de la capacidad espacial europea, coordinar los recursos económicos e intelectuales y garantizar que la inversión en

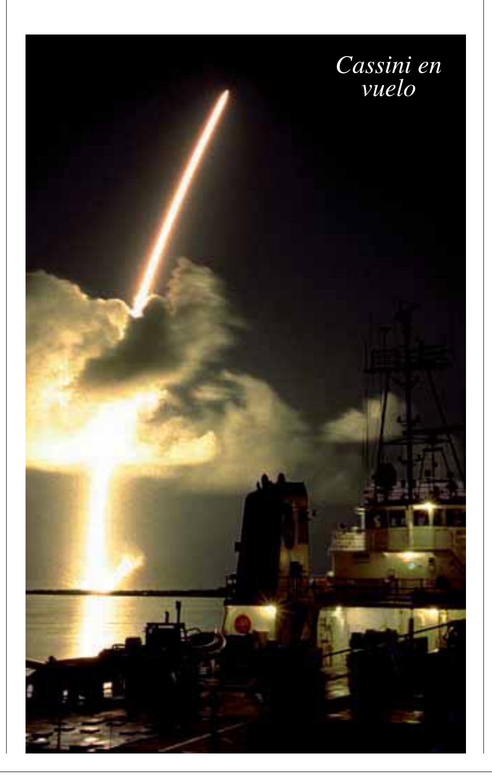


Ariane 5 en Kourou.


Meteosat.


Exomarsrover

actividades espaciales genere beneficios para los ciudadanos de Europa. No todos los países miembros de la Unión Europea son miembros de la ESA y viceversa. La ESA es una organización totalmente independiente pero con estrechos lazos con la UE a través del Tratado Marco ESA/UE por el que ambas comparten una estrategia europea y una política espacial común para el espacio. Con un presupuesto anual cercano a los 3.000 M€ en este 2007, la ESA diseña sus proyectos con el objetivo de conocer más a fondo la Tierra, su entorno, el Sistema Solar y el Universo, así como para desarrollar tecnologías y servicios basados en satélites y fomentar la industria europea. Para ello también colabora estrechamente con la industria privada europea, las agencias espaciales de otras naciones (como la NASA, la rusa o la china) y con otras organizaciones espaciales no europeas. París es la sede principal de la ESA, pero sus actividades se encuentran repartidas por toda la geografía europea. La base de las operaciones científicas (ESTEC) se encuentra en Noordwijk (Holanda), las misiones de observación de nuestro planeta (ESRIN) en Frascati (Italia), el control de misiones de la ESA (ESOC) en Darmstadt (Alemania) y el Centro Europeo de Astronautas (EAC) en Colonia (Alemania). Su primera gran misión científica fue la Cos-B, desde entonces (y por citar unos pocos, algunos de ellos en colaboración con la NASA u otras agencias espaciales) nombres como Giotto, Mars Express Orbiter, Huygens, SOHO, Ulysses, Hubble, Cluster, Envisat, GIOVE-A, Integral, Rosseta, SMART-1, Venus Express, XMM-Newton, BepiColombo, Chandrayaan, Corot, ExoMars, Galileo, Herschel o Planck Surveyor han llevado la ciencia europea por el Cosmos y el prestigio de la Agencia hasta las estrellas. Por supuesto la ISS y el próximo transporte ATV tienen una importancia destacada, al igual que los cohetes Ariane lanzados desde comienzos de los Ochenta en el centro espacial de Kourou, en la Guayana Francesa.


Cassini en vuelo

INTA, ESPACIO HECHO EN ESPAÑA

Fundado en la primavera de 1942 como organismo del Ejército del Aire, el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas (INTA) pasó en 1977 a depender del entonces recién creado Ministerio de Defensa. En estos años ha ido ampliando sus funciones para dar servicio al conjunto de las Fuerzas Armadas y a los restantes elementos de la Administración y al conjunto de la sociedad española. El INTA tiene a su cargo los proyectos de desarrollo e investigación espacial y aeronáutica, una tarea que realiza en solitario o en colaboración con otros organismos estatales, tanto nacionales como internacionales (CSIC, universidades, la ESA europea o la NASA estadounidense), como con empresas privadas. Desde la fecha de su primer lanzamiento, el Intasat en 1974, el Instituto ha contribuido sustancialmente en la consolidación de la estructura necesaria para dotar a la Defensa de satélites de comunicaciones de prestaciones avanzadas. Una muestra de ello es que el Ministerio de Defensa forma parte a través del INTA de las empresas HISDESAT (responsable del satélite SPAINSAT) y XTAR (responsable del satélite XTAR-EUR). En cola-

boración con la ESA, el INTA ha finalizado los trabajos que tenía adjudicados en el Proyecto OSIRIS, embarcado en la misión Roseta, y el estudio de definición de la misión del satélite EDDINGTON y la selección de sus sensores ópticos, como la cámara óptica EddiCam. En febrero del 2002 el satélite científico MINISAT, puesto en órbita en 1997, puso fin a su misión (prevista inicialmente para sólo dos años) al destruirse durante su reentrada en la atmósfera terrestre. El INTA mantiene en Torrejón de Ardoz (Madrid) la sede central con la mayor parte de los centros de investigación y grandes instalaciones del instituto. En la sede de "El Arenosillo" (Huelva), realiza la configuración del test, seguimiento, control, registro y evaluación de operaciones aeroespaciales. El complejo de Robledo de Chavela (Madrid), denominado MDSCC (Madrid Deep Space Communication Complex), es parte de la red de espacio profundo de la NASA (DSN) y realiza seguimiento de misiones espaciales en órbita alrededor de la Tierra e interplanetarias. Una labor similar cumple la también madrileña estación espacial de Villafranca del Castillo (VILSPA), aunque en su caso está dedicada fundamentalmente al seguimiento y comunicaciones con naves de la ESA, a la que pertenece. La estación espacial de Maspalomas (Canarias) también tiene como funciones el apoyo en misiones espaciales internacionales (seguimiento, telemetría y telecomando, monitorización y control, medida y calibración de Ranging, gestión de imágenes y datos) y la responsabilidad de la recepción y retransmisión de mensajes de alerta de balizas de emergencia COSPAS-SARSAT.


Vista desde satélite de la Península.

AGENCIAS NACIONALES, ALGUNOS CLÁSICOS Y NUEVAS TENDENCIAS

Las naciones europeas, además de su implicación en la ESA, cuentan con sus propias agencias espaciales nacionales para el desarrollo de programas y tecnologías más específicos y apropiados para sus necesidades. Destacan por recursos, programas y actividades la Agencia Espacial británica (BNSC), la Agencia Espacial alemana (DLR), Agencia Espacial italiana (ASI) y, especialmente el francés CNES (Centre National d'Etudes Spatiales). Fundado en 1961 es un organismo gubernamental de carácter industrial y comercial cuyo cometido es garantizar el acceso al Espacio y dar coherencia a la política espacial desarrollada por el Elíseo. El CNES ha tenido una importante participación directa en proyectos científicos como GMES, SPOT, Topex/Poseidón, Jason-1, Argos o Envisat, en el sistema europeo de navegación Galileo o en el Helios empleado para la Seguridad y Defensa. Asia cuenta con tres grandes competidores espaciales, Japón, India y China. El primero reunió su gran tradición y experiencia espacial en la JAXA (Japan

GOCE

Estación Espacial Internacional.

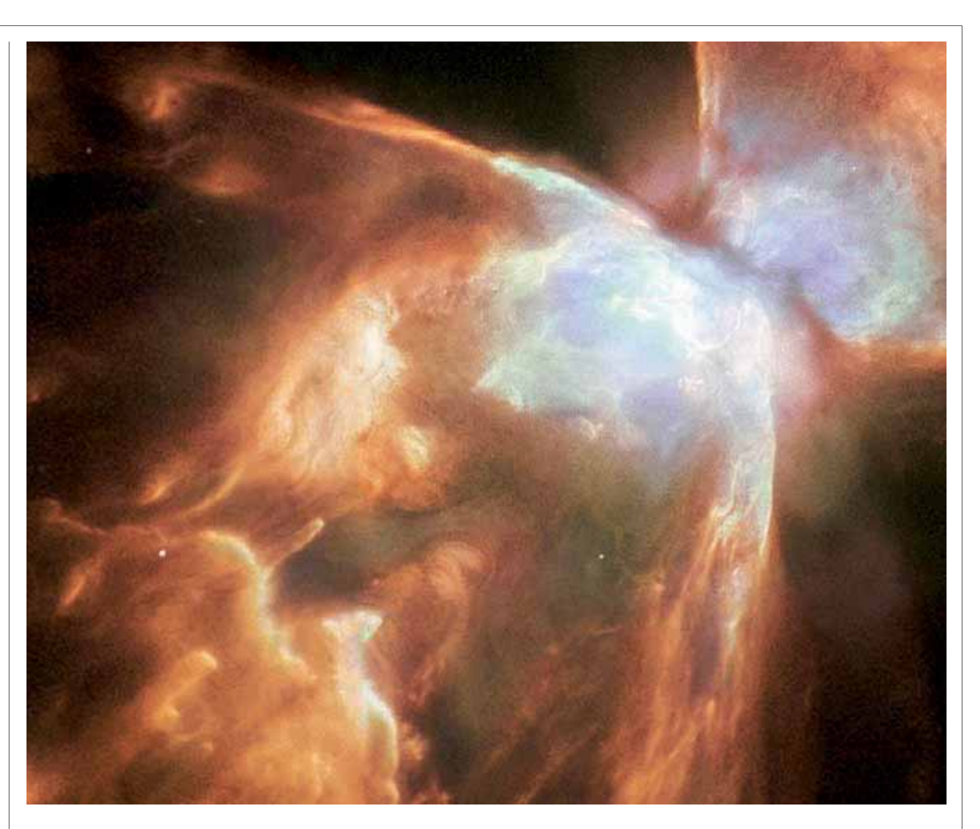
Aerospace Exploration Agency), unificando en 2003, por decisión del Gobierno nipón, a la ISAS (Institute of Space and Astronautical Science), NAL (National Aerospace Laboratory) y la NASDA (National Space Development Agency). El primer satélite japonés, el Ohsumi, fue lanzado en 1970 por la ISAS. Desde entonces nombres como Suisei, Sakigake, Hiten, Hayabusa, SELENE, Planet-C, ALOS/Daichi, GCOM, MTSAT, Akebono, GEOTAIL, DRTS o LUNAR-A han llenado de ciencia y éxitos a los programas espaciales japoneses. Como socios de la ISS su aportación más importante será el módulo de experimentos JEM o Kibo. India, la más "joven" de ellas, destaca por la intensidad de sus programas. La ISRO (Indian Space Research Organization) fue fundada en 1969 bajo los auspicios del Departamento de Energía Atómica y en 1975, cuando pasó a ser una agencia gubernamental, puso en órbita con un cohete ruso al Aryabhata, el primer satélite del país. Cuenta con dos lanzadores de desarrollo local, el PSLV (Polar satellite launch vehicle) y el GSLV (Geosynchronous satellite Launch Vehicle) y entre sus planes futuros se encuentran una misión lunar sin tripular, la Chandrayaan-1 (quizá sea lanzada en febrero de 2008), y conseguir vuelos espaciales tripulados. De China sólo pueden esperarse grandes sorpresas. Aunque sus presupuestos son muy inferiores a los de la NASA, la ESA e incluso los rusos, han sido capaces de lograr con la Shenzhou 5 y la Shenzhou



SSO de regreso

6 vuelos tripulados (un mérito sólo compartido por Estados Unidos y Rusia), y desde que su programa espacial comenzase en 1956 gracias a la cooperación soviética y bajo mando militar (del Segundo Cuerpo de Artillería del Ejército de Liberación Nacional), hoy, por medio de la CNSA (China National Space Administration), son una potencia espacial emergente con sus propios cohetes (muy fiables), sus centros de lanzamiento y seguimiento, sus satélites y sus planes con objetivos concretos, una estación espacial, la Luna y Marte.

Una nueva carrera espacial podría estar comenzando y en ella las grandes potencias, embarcadas en la ISS o en la conquista del Cosmos con la Luna y Marte como primeros objetivos, parece que no van a tener ni dorsal ni calle para correr, es la competición por el turismo espacial, un desafío al que cada vez se apuntan más empresas comerciales espaciales. El pistoletazo definitivo de salida lo dio el estadounidense Dennis Tito en 2001 cuando, tras pagar 20 millones de dólares, se convirtió en el primer turista espacial de la Historia al llegar en una nave Soyuz a la Estación Espacial Internacional. Sus pasos han sido seguidos por el sudafricano Mark Shuttleworth, el estadounidense Gregory Olsen, Anoushe Ansari, la primera turista espacial, y el millonario estadounidense de origen húngaro Charles Simonyi. Otros billetes, a miles, parecen vendidos con facilidad. Son los de los vuelos suborbitales, una opción de convertirse en astronauta a precio más módico y cuya principal atracción es el éxito logrado el 4 de octubre de 2004 por la nave SpaceShipOne de Scaled Composites. En unos meses la SpaceShipTwo, un modelo derivado más amplio, volará hasta la frontera del Espacio con los colores de Virgin Galactic. En esta carrera tendrá que competir con EADS Astrium, Rocketplane Kistler, Space Adventures o Benson Space Company, entre otros. Y para los que quieran llegar un poquito más alto Bigelow Aerospace o el español Galactic Suite ofrecerán estancias en el espacio en sus hoteles, una estructura formada por módulos "hinchables" con unas vistas increíbles a millones de estrellas. ■





Perspectiva de un Shenzhou.

Desarrollo de lanzadores

Miguel Ángel Llorca Palomera
Ingeniero Aeronáutico
Secretario General de la Plataforma Tecnológico Aerespacial española

ANTECEDENTES

Los orígenes de la propulsión a chorro son muy antiguos. Se puede decir que Herón de Alejandría inventó, en el primer siglo antes de Cristo, el primer motor de reacción a vapor, que llamó la *EOLÍPILA*.

La propulsión por combustible sólido no aparece hasta que los chinos descubren la pólvora en el siglo IX de la era cristiana y es ampliamente utilizada en fuegos de artificio y armas. La llegada a Europa de este invento se atribuye a persas y árabes hacia el año 1200 y a Marco Polo (1254-1324) que la trajo de sus viajes de la ruta de la seda.

Se dice que a comienzos del siglo XIV, el monje alemán Berthold Schwarz es quizá el primero que utiliza la pólvora para impulsar un proyectil. Sin embargo, las crónicas del rey Alfonso XI de Castilla indican que los árabes habían utilizado la pólvora con fines militares en el sitio de Algeciras (1343), aunque hay quien sostiene que esa misma sustancia se utilizó en la defensa del Condado de Niebla (Huelva) cuando fue sitiada por Alfonso X El Sabio, casi un siglo antes.

La utilización de la pólvora a lo largo de los siglos ha tenido múltiples aplicaciones hasta el desarrollo de los motores cohete actuales.

Los cohetes espaciales modernos, que en lo sucesivo llamaremos vehículos lanzadores o, simplemente lanzadores, tienen sus orígenes tecnológicos en la primera parte del siglo XX, precisamente en Alemania, en el país de Berthold Schwarz, durante la gestación de la II Guerra Mundial.

En 1920, la Sociedad para Vuelos Espaciales VFR (*Verein für Raumschiffart*) en la que se encontraba el joven Wernher von Braun inició los primeros desarrollos de motores de combustible líquido.

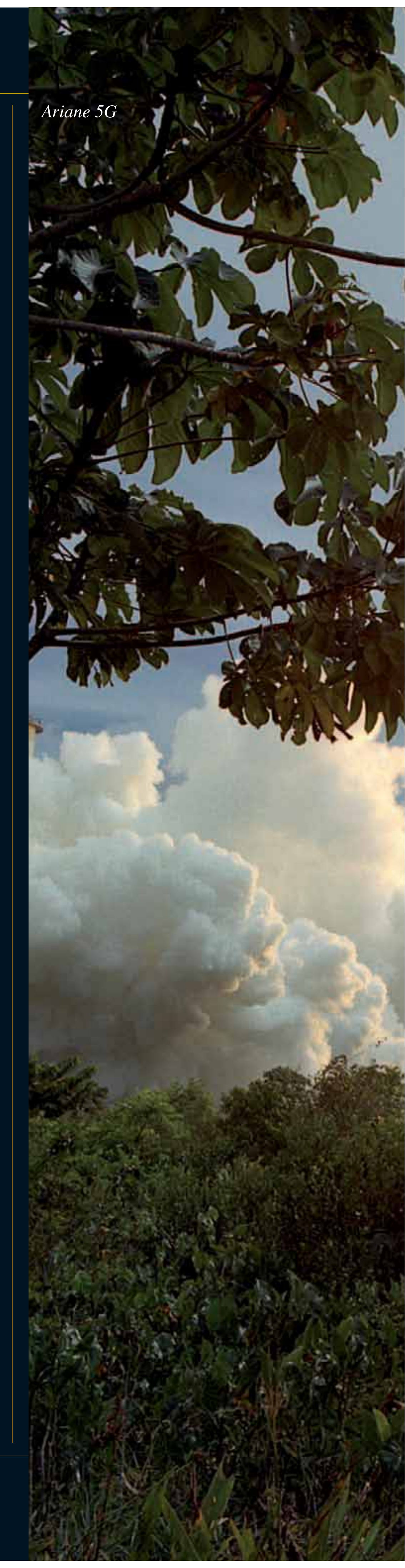
En 1934, estos trabajos son financiados por la Wehrmacht del régimen nazi para ser utilizados en armas viables. En 1937 se crea el famoso centro de Peenemünde. Es en ese centro donde se fabrica la primera "arma de represalia número 2" (*Vergeltungswaffe 2* o V2) que entusiasma de tal manera al canciller alemán Adolf Hitler que encarga una producción masiva para utilizarlos en su ofensiva contra Francia y el Reino Unido.

Acabada la guerra mundial, comienza un acusado enfrentamiento político, ideológico, económico y militar entre los dos bloques liderados por Estados Unidos y la Unión Soviética. Se llama la Guerra Fría. Es en ese período cuando se empiezan a construir misiles balísticos intercontinentales (*Inter-Continental Ballistic Missiles* o ICBM)

Se puede decir que los acuerdos de desarme entre los dos antiguos bloques permitieron una estabilización mundial. Sin embargo, la tecnología ha seguido siendo utilizada en el desarrollo de lanzadores americanos, rusos, europeos y de otros países.

En la década de 1950, el soviético Sergei Korolev diseña el vehículo R-7 que, una vez puesto a punto, es utilizado en el lanzamiento del primer satélite artificial de la historia de la humanidad; el Sputnik I, hecho ocurrido el 4 de octubre de 1957.

Ante este éxito histórico, los Estados Unidos reaccionan rápidamente y


Ariane 5G



se comprometen a desarrollar el lanzador ATLAS. De estos dos casos se derivan una buena cantidad de lanzadores modernos como son el Soyuz, Protón, Atlas, Delta, etc.

Quizá el caso más llamativo es la decisión de la NASA de llevarse a Estados Unidos a Wernher von Braun. El objetivo es crear el lanzador más grande jamás construido, el Saturno V que se utilizaría en la misión Apolo a la luna.

EL SATURNO V

El Saturno V, que se puede ver en los museos de la base de lanzamiento de Cabo Cañaveral en Florida y en el museo del espacio de Huntsville, Alabama, tiene unos parámetros espectaculares, tal y como muestra el cuadro nº 1.

El éxito del lanzador Saturno V fue indiscutible. El conocido fracaso de la misión Apolo 13 no fue debido al lanzador sino al módulo Apolo.

Un programa como el Saturno V / Apolo sólo se puede concebir con un apoyo político y financiero como el que dio el presidente Kennedy en aquellos años (llegó a sumar el 0,5% del PIB). Baste suponer que la escalación del coste de la vida desde los años sesenta hasta nuestros días es de un factor del orden de 30 para calcular que el programa al día de hoy, usando la paridad euro/dólar, habría costado cerca de 200.000 millones de euros.

Pero no era solamente el coste el principal inconveniente. Hay otro hecho incontestable y es que el concepto clásico de propulsión utilizado, que por otra parte aún no se ha descubierto otro para grandes masas y grandes distancias, nos lleva a comprobar que para poner en una órbita lunar 47 toneladas de carga útil, hace falta la enorme masa de 2.900 toneladas en el lanzamiento, es decir, 62 veces la carga de pago.

Todo eso hizo que, incluso antes de lanzarse a la Luna el Apolo 11, la NASA aprobara un estudio de viabilidad de una lanzadera espacial reutilizable, o *Space Shuttle* como se llama en inglés.

LA LANZADERA ESPACIAL

En 1969, el entonces presidente de los Estados Unidos Richard Nixon creó un Grupo de Trabajo Espacial que, presidido por el vice-presidente Spiro Agnew, analizó los resultados de los estudios de viabilidad realizados por la NASA para recomendar una "estrategia espacial nacional que incluyera la construcción de una lanzadera espacial"

En octubre de ese mismo año, un simposio celebrado en Washington concluyó en que los objetivos que debería cumplir el nuevo vehículo espacial deberían ser:

• Una reducción sustancial de los costes de explotación

• La propulsión por medio de un nuevo motor



V2

Cuadro nº 1 CIFRAS DEL SATURNO V	
Altura	110 m.
Diámetro	10 m.
Peso al despegue	2.900 Tm.
Carga útil (órbita baja)	75 Tm.
Carga últil (órbita lunar)	47 Tm.
Coste del programa	6.500 M$
Duración del desarrollo	1964 a 1973
Misiones	Apolo y Skylab

• Un sistema que permitiera la reentrada en la atmósfera de manera segura para la tripulación

• Un sistema autónomo de control para pilotar el vehículo sin la ayuda necesaria de los centros espaciales terrestres

• Un tiempo mínimo de puesta en servicio entre dos vuelos consecutivos (*turnaround time*)

Y con esas líneas maestras comenzó la fase de desarrollo de un sistema que contaba con tres elementos: un orbitador alado reutilizable, utilizando la traducción literal del término inglés *reusable winged orbiter*, que mejor podríamos llamar un avión espacial; un par de impulsores de combustible sólido reutilizables y un tanque externo consumible.

El programa de desarrollo propiamente dicho comenzó el 5 de enero de 1972. El contratista principal fue North American Aviation que posteriormente se convirtió en Rockwell International para llegar a ser del Grupo Boeing. El contratista de los impulsores de combustible sólido fue Morton Thiokol que ahora forma parte de Alliant Techsystems, y del tanque exterior Martín Marieta (hoy Lockheed Martin)

Entre los años 1972 y 1976 se construyó un prototipo al que quisieron ponerle el nombre de "Constitución". Sin embargo, una masiva campaña de aficionados al programa de televisión *Star Trek* consiguió que finalmente la primera lanzadera se llamara *Enterprise*.

Entre 1976 y 1979, el *Enterprise* pasó por una exhaustiva campaña de ensayos, muchos de ellos en vuelo atmosférico subido en un avión Boeing 747 debidamente adaptado para el caso.

Calificado el diseño y el sistema completo, se construyó la primera lanzadera operacional, a la que se llamó *Columbia*. Voló al espacio el 12 de abril de 1981, coincidiendo con el vigésimo aniversario del vuelo del primer hombre al espacio, el soviético Yuri Gagarin. La organización de NASA había previsto una serie de ae-

ropuertos en todo el mundo para permitir un aterrizaje de emergencia, en el caso de que las maniobras de reentrada no fueran las previstas. Entre esos aeropuertos estaba la base conjunta aeronaval de Rota en Cádiz. No fue necesario ninguno de estos aeropuertos pues la misión se cumplió según lo esperado.

Posteriormente se construyeron otros modelos: El *Challenger* en 1982 y el *Discovery* en 1983.

Un dramático accidente a los 73 segundos del lanzamiento del *Challenger* el 28 de enero de 1986 causó la muerte de los siete tripulantes. La catástrofe, televisada en directo, derivó en una auténtica convulsión de la sociedad americana y del mundo entero. Para sustituir a esta lanzadera siniestrada se construyó finalmente el *Endeavour*.

Pero las desgracias no acabaron allí. Diecisiete años después de ese espectacular accidente, el *Columbia* se destruyó en su aproximación a tierra, durante el vuelo atmosférico a 16 minutos de su aterrizaje, el 1 de febrero de 2003.

Este segundo accidente puso en cuestión las prestaciones de la lanzadera relativas a la seguridad de los tripulantes que mantuvo a la naves varadas en tierra durante dos años.

En este período y aún hoy, se empieza a dudar de la fiabilidad de los vuelos tripulados con los aviones espaciales americanos. No olvidemos que, en la reanudación de vuelos posterior al accidente de 2003, en la primera misión se desprendió una protección térmica que, afortunadamente, no impactó con el avión y en la segunda, una grieta producida en el tanque exterior ocasionada por una fuerte tormenta en el momento del lanzamiento hizo que esta misión fuera sumamente crítica.

Este retraso en la programación de los vuelos con la lanzadera causó un grave perjuicio a la integración de la Estación Espacial Internacional ya que muchos de los módulos de la estación estaban programados para ser lanzados por las lanzaderas americanas, entre otros el *Columbus* europeo. Otros serían lanzados por el lanzador ruso *Soyuz*.

Todo esto hace que el Gobierno de los Estados Unidos haya fijado ya una fecha para la parada del servicio de la lanzadera espacial. Eso ocurrirá algún día de 2010 cuando la Estación Espacial esté prácticamente ensamblada. Obviamente ya existen planes para construir el sucesor del *Space Shuttle*: los lanzadores *Ares I* y *Ares V* y la nave *Orion* que nada tiene que ver con un avión espacial.

Pero no todo han sido cosas malas en las misiones de la lanzadera espacial. El cuadro nº 2 muestra la cantidad de vuelos y misiones cumplidas



Lanzadera espacial

Cuadro nº 2

ESTADÍSTICAS DE LAS LANZADERAS ESPACIALES

Lanzadera	Vuelos	Tripulación	Atraques a		Satélites Orbitados
			MIR	ISS	
Columbia	28	160	0	0	8
Challenger	10	60	0	0	10
Discovery	33	206	1	7	31
Atlantis	28	174	7	8	14
Endeavour	19	130	1	6	3
Total	118	730	9	21	66

MIR: Estación Espacial soviética/rusa
ISS: Estación Espacial Internacional

entre las que cabe destacar la reparación en órbita del telescopio espacial *Hubble*.

Es indiscutible que los veintiséis años de existencia de este vehículo espacial han constituido una nueva era en la que se han desarrollado múltiples tecnologías y en la que el "paseo espacial" de los astronautas ha llegado a ser una rutina, gracias a los trajes autónomos que les permiten moverse alrededor de la nave sin necesidad del cordón umbilical que tantas veces fue utilizado en los vuelos Géminis y Apolo.

rando los costes marginales de explotación de cada misión (repuestos, consumibles, etc.) En ese caso se puede rebajar el precio por lanzamiento a 60 M$. Si la carga de pago llega hasta las 30 toneladas, se podría obtener un precio por Kg de 2.000 $, cifra razonable si excluimos la amortización de los precios de desarrollo.

La continuidad de estas misiones sólo puede entenderse por razones políticas y de prestigio en los Estados Unidos. No olvidemos que su Gobierno decidió cancelar cualquier misión comercial después del accidente

de salida de las alas. En la parte trasera, el avión lleva cuatro motores cohete pivotantes alimentados por el tanque central que son utilizados en el despegue, y no en el aterrizaje, cuando el tanque ya no existe. Por esa razón, el frenado es puramente aerodinámico con superficies en el borde de ataque y timón de cola del estabilizador vertical. Por esa razón, esa última maniobra precisa de una pista extremadamente larga para lo que sería un avión comercial. El avión está construido fundamentalmente con aleaciones ligeras, salvo


Atlas V


Delta IV

Lo que no se ha cumplido con rigor es el coste de explotación requerido en el simposio de Washington. Los elevados costes del programa han hecho que la lanzadera no sea comercialmente viable. La previsión de costes a fin de vida puede alcanzar la cifra de 174.000 M$, y por tanto si dividimos esta cifra entre unos 125 vuelos que se pueden acumular hasta 2010, se obtiene la cifra de 1.400 M$ por lanzamiento. También se puede usar otro método de cálculo, conside-

del Challenger en 1986, lo que mejoró la penetración del lanzador europeo Ariane en el mercado mundial.

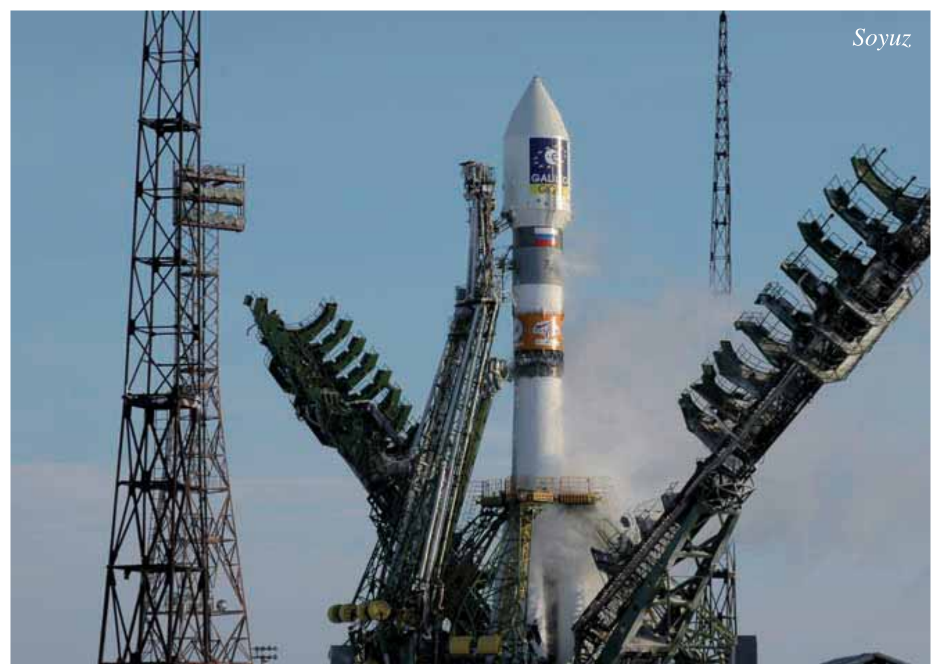
Como se indicó anteriormente, la lanzadera espacial consta de tres elementos:

• El avión espacial u orbitador como se llama en EEUU (*Orbiter Vehicle*): es un avión planeador (la propulsión se la proveen los otros elementos) con doble ala en delta, estabilizador vertical y cuatro elevadores-alerones (*elevons*) en el borde

las estructuras primarias de empuje que son de titanio y los protectores térmicos que están fabricados a base de materiales ablativos.

• El tanque externo: es un gran depósito construido con aleaciones de aluminio-litio que almacena 2.000 millones de litros de hidrógeno y oxígeno líquidos. Su función dura solamente 8,5 minutos, los que necesita para impulsar al vehículo hasta una altura de 60 millas náuticas (111 Km).


Proton


Soyuz

• Los impulsores de combustible sólido: son dos cohetes de acero que, amarrados al cuerpo central, proporcionan un empuje de 12.000 kN al despegue (el 83% del empuje total necesario) Estos cohetes son eyectados dos minutos después del lanzamiento, cuando se ha alcanzado una altura de 46 Km. En ese momento, dos paracaídas se despliegan para que los cohetes caigan suavemente al océano y puedan ser recuperados.

• Sistemas de vuelo: obviamente estos sistemas son los que más se han modernizado en paralelo con el desarrollo de la aviónica y los procesadores. La lanzadera fue uno de los primeros vehículos que utilizó los mandos *fly-by-wire* que utilizan cables eléctricos para mandar señales a los actuadores de los mandos de control.

OTROS LANZADORES

De la experiencia de los misiles balísticos desarrollados en los años 50 se ha llegado hoy en día a una pléyade de lanzadores construidos en Estados Unidos, Rusia, China, Japón y, por supuesto en Europa. Sin hacer una descripción exhaustiva de los mismos, se mencionará algo de su historia y prestaciones:

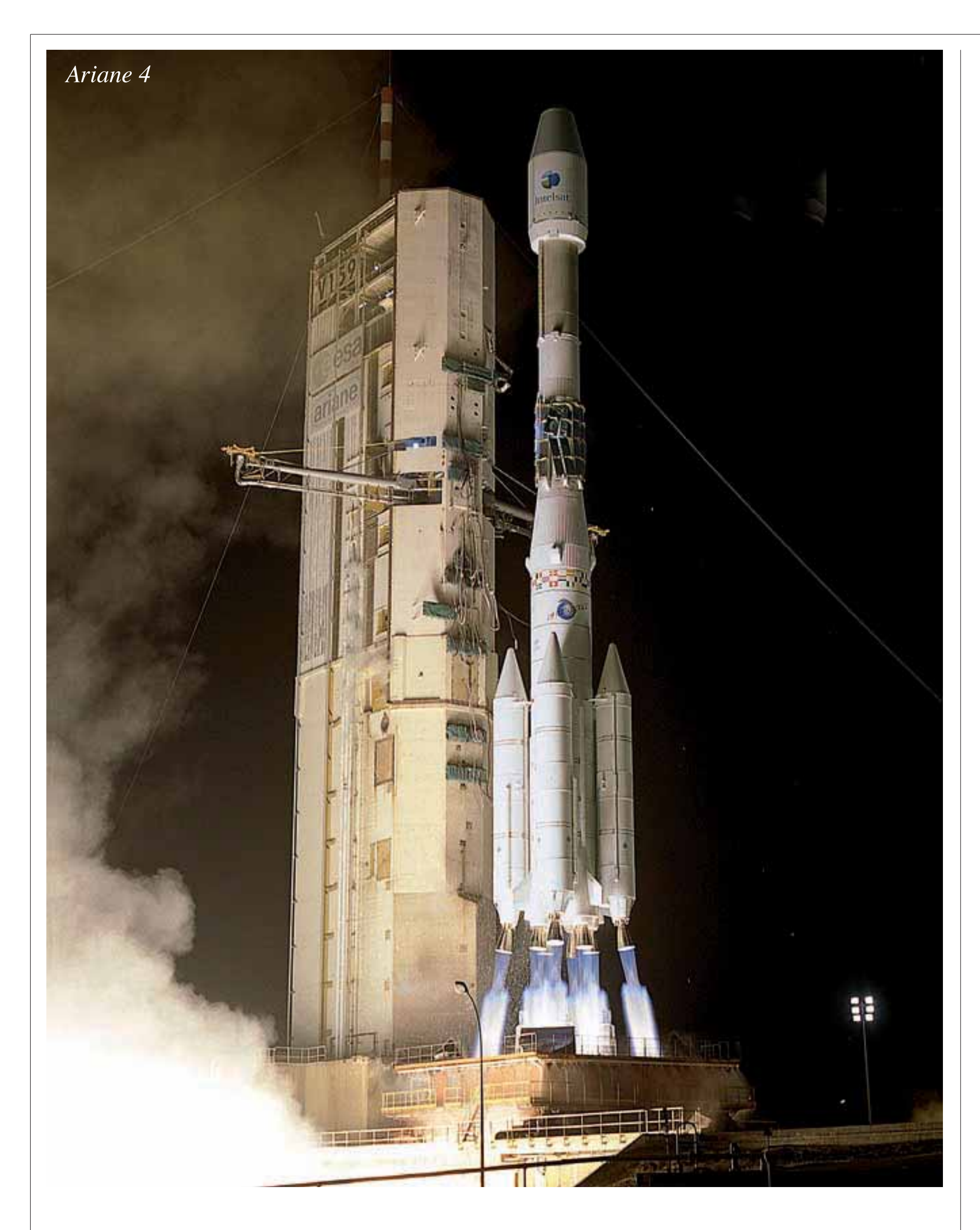
• **Atlas**: desarrollado como un misil a finales de la década de 1950 por la División Convair de General Dynamics, hoy integrados en Lockheed Martin. Sus primeras versiones civiles fueron usadas para lanzar a John Glenn al espacio en la cápsula *Friendship 7* en febrero de 1962. El vehículo consta de tres etapas. La más alta llevaba al principio el motor *Agena* y posteriormente el *Centaur*. Varias versiones se han fabricado desde los años 60. Atlas II en varios modelos, uno de las cuales (Atlas II AS) fue utilizado por Hispasat para lanzar dos de sus satélites de comunicaciones. También se han construido las versiones Atlas III y últimamente la más avanzada y competitiva Atlas V que partió de un proyecto encargado por el Gobierno americano llamado EELV (*Evolved Expendable Launch Vehicle*[1]) a Lockheed Martin y a Boeing. Los servicios de lanzamiento de Lockheed Martin son suministrados a través de la empresa *International Launch Services*.


Ariane 1

• **Delta**: también esta gama de lanzadores se derivó del misil balístico *Thor* desarrollado en los años 50 del siglo pasado por Douglas Aircraft (hoy parte de Boeing) Para una versión civil se le añadió una etapa superior llamada Delta para convertir el vehículo en el *Thor-Delta* que posteriormente se llamó simplemente Delta. Sus dos versiones principales son el Delta II y Delta IV, esta última desarrollada por Boeing dentro del mismo programa EELV descrito anteriormente. Últimamente, Lockheed Martin y Boeing han formado una sociedad llamada *United Launch Alliance* con el fin de suministrar servicios de lanzamiento competitivos para las cargas de pago del Gobierno de los Estados Unidos y competir con sus dos versiones de Atlas y Delta.

• **Protón**: construido por Khrunichev en la URSS en 1965, esa empresa rusa sigue vendiendo al día de hoy

[1]*Lanzador fungible evolucionado*



servicios de lanzamiento en el mundo entero. Este lanzador es uno de los más potentes que existen en el mercado y tiene en su lista de éxitos el haber lanzado, desde el Cosmódromo de *Baikonur*, módulos de las estaciones Salyut y MIR, así como los elementos Zarya y Zvezda de la estación Espacial Internacional. El lanzamiento de la mayoría de los satélites comerciales se hace a través de *International Launch Services* de Lockheed Martin.

• **Soyuz**: derivado del lanzador *Vostok* (1966) este vehículo construido por *NPO Lavochkin* es, con su lista de 1.700 lanzamientos, el más utilizado en el mundo entero. Tiene un diseño muy antiguo pero altamente competitivo y fiable. Desde los años 90 está modernizado gracias a la etapa alta llamada *Fregat*. El hecho de que su base de lanzamiento esté en el Cosmódromo de Baikonur, hace que su capacidad de lanzamiento a la órbita geoestacionaria de transferencia (GTO) esté limitada a 1.350 Kg. Por esa razón y gracias a un acuerdo franco-ruso al que se sumaron otros países, entre ellos España, el Soyuz se lanzará a partir de 2008 desde la base de la Agencia Espacial Europea en Kourou (Guayana Francesa) que, al estar a una latitud muy próxima al ecuador, mejora sustancialmente las prestaciones para la citada órbita GTO. Los servicios de lanzamiento comerciales se harán por lo tanto, a través de la Sociedad Arianespace que comercializa el lanzador europeo Ariane.

• **Sea Launch**: es un servicio de lanzamiento comercializado por *Boeing Commercial Space* junto con *Energia* (Rusia) *Aker Kværner* (Noruega) y *SDO Yuzhnoye/PO Yuzhmash* (Ukrania) Utiliza una plataforma marítima y un buque de apoyo para lanzar el vehículo ucraniano Zenit desde aguas internacionales en el ecuador (longitud 154º W, latitud 0º N en la isla *Kiritimati-Christmas Island*) Hasta ahora *Sea Launch* ha hecho 24 lanzamientos, de los cuales 21 han sido favorables. El último (30 de enero de 2007) resultó un fracaso y existen planes para restablecer todo el sistema en septiembre de 2007.

• **Long March y H-IIA**: son lanzadores desarrollados en China y Japón respectivamente. El Long March ha sido utilizado en misiones nacionales chinas y el H-IIA tiene ya acumulada una lista de 12 lanzamientos con un solo fallo en misiones de la Agencia Espacial Japonesa JAXA. Ambos lanzadores no compiten, de momento, en el mercado internacional.

EL LANZADOR EUROPEO ARIANE

En Europa también hubo desarrollos de misiles balísticos en tiempos de la Guerra Fría. Francia trabajó en su *Diamant* y el reino Unido en su *Blue Streak*.

En los primeros años de la década de 1960, la organización COPERS[2] dio paso a la creación de ESRO[3] y ELDO[4], organizaciones destinadas al desarrollo de satélites y misiones espaciales y de lanzadores respectivamente. España se sumó a ESRO como Estado Miembro, pero no a ELDO.

Usando también las experiencias de los misiles balísticos, ELDO comenzó el desarrollo de los lanzadores de la serie *Europa*. Su versión Europa III estaba destinada a lanzar el satélite franco-alemán *Symphonie*. Pero una serie de fallos en las pruebas del lanzador desaconsejó arriesgar la mi-

[2]*Acrónimo francés que en español se citaba como "Comisión Preparatoria Europea de Investigaciones Espaciales.*

[3]*European Space Research Organisation.*

[4]*European Launcher Development Organisation.*

sión y, por lo tanto, ESRO buscó otra alternativa con el Gobierno de los Estados Unidos (la Unión Soviética no era políticamente abordable en aquellos tiempos).

El Departamento de Estado de EEUU exigió a ESRO que demostrase el carácter *exclusivamente experimental* de esa y futuras misiones. Eso ponía en duda la viabilidad del programa espacial europeo y acababa con las esperanzas de continuidad de ELDO.

En Francia, el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) tomó la iniciativa de diseñar un lanzador nuevo que llamó L3S[5] y de pedir apoyo a otros estados miembros. El proyecto tuvo una gran acogida y, con España como país asociado, comenzó el desarrollo de ese nuevo lanzador en 1973. Fue el Gobierno Pompidou el que cambió el nombre a otro "más vistoso", **Ariane**.

Constituida la Agencia Espacial Europea (ESA) en 1975, que asimilaba las funciones de ESRO y ELDO, se firmaron una serie de acuerdos de cooperación con los países y se creó la Sociedad Arianespace con los accionistas industriales que habían tomado parte en el primer desarrollo del lanzador. Esta sociedad anónima tenía como misión comercializar los servicios de lanzamiento bajo la supervisión técnica del CNES francés en nombre de ESA.

Y así comenzó el desarrollo de la serie de lanzadores Ariane.

• **Ariane 1, 2 y 3**: primeras versiones del vehículo europeo. El desarrollo de Ariane 1 comenzó en 1973 con la empresa *Aerospatiale* (hoy integrada en EADS-Astrium) como arquitecto industrial. El lanzador constaba de tres etapas: la primera con cuatro motores tipo *Viking* de propergoles líquidos; la segunda con un solo motor tipo *Viking IV* y la tercera con un motor criotécnico llamado HM7, alimentado por oxígeno e hidrógeno líquidos. El lanzador tenía una capacidad de carga de pago de hasta 1.880 Kg en órbita GTO.

Después de un largo desarrollo en el que participaron las más importantes empresas españolas, el primer lanzamiento de Ariane 1 tuvo lugar desde la base de Kourou el 24 de diciembre de 1979.

Cinco años de éxito con Ariane 1 (aunque hubo algún fallo) facilitó la concepción de un lanzador de configuración casi idéntica, pero con más capacidad de carga, el Ariane 2. Sin embargo, los estudios de mercado anunciaban la aparición de cargas de pago cada vez más pesadas. Había pues que suplementar a Ariane 2 con dos impulsores exteriores de combustible sólido para conseguir mejorar su capacidad (de 2,2 a 2,7 toneladas) Así nació Ariane 3 que muy pronto anuló la versión 2.


Ariane 5

• **Ariane 4**: El mercado de satélites comerciales mostraba una curva de pesos creciente. Para seguir en la brecha, Ariane tenía que actualizar su diseño para conseguir mejores prestaciones.

El modelo Ariane 4 era una versión mejorada de Ariane 3 para aumentar la capacidad de carga. El nuevo vehículo tenía tres etapas y unos impulsores exteriores de combustible sólido o líquido. La 1ª etapa llevaba 4 motores tipo Viking V. La 2ª llevaba otro motor tipo Viking IV y la 3ª estaba propulsada por un motor criotécnico tipo HM-7B.

Este vehículo era muy versátil, pues combinando su cuerpo central con sus impulsores exteriores, se podían conseguir cargas de pago desde 2.100 hasta 4.720 Kg para la órbita GTO.

Se puede afirmar que, hasta la fecha, este modelo de Ariane es el que mejor ha cumplido su función, por su versatilidad y su fiabilidad mostrada a lo largo de 74 lanzamientos con éxito consecutivos. Su descatalogación fue un hecho muy discutido al principio, pero parecía necesaria para dar cabida a una nueva versión mucho más potente y competitiva a largo plazo, la versión Ariane 5.

• **Ariane 5**: En el Consejo a nivel ministerial de la Agencia Espacial Europea celebrado en La Haya en noviembre de 1987, se aprueba la construcción de una nueva versión del lanzador Ariane que se llamará Ariane 5 y que deberá ser capaz de poner en órbita un avión espacial llamado Hermes.

En 1992, una nueva conferencia de ministros reunida en Granada, decide cancelar el proyecto Hermes debido a los enormes presupuestos que su complejidad exigía.

El Ariane 5, concebido inicialmente para lanzar ingenios tripulados de gran tonelaje, pronto se transforma en un vehículo de altas prestaciones que tenga una mayor utilidad comercial, es decir que el precio por kilogramo de carga de pago sea más bajo.

Se concibe así la primera versión de Ariane 5, capaz de poner en órbita GTO 6,4 toneladas de carga de pago en vuelos con un solo satélite, con dos y hasta con varios cuando se trata de lanzar micro-satélites colocados en plataformas especiales.

[5] *Lanceur de Substitution de Troisième Generation.*

Para ello se define un nuevo concepto de lanzador, con un cuerpo central que tiene en su parte inferior un nuevo motor criotécnico, el Vulcano y en la superior una etapa llamada de propergoles almacenables. Unidos al cuerpo central hay dos grandes impulsores de combustible sólido. Esta versión se ha llamado *Genérica*.

Una última versión, la más potente de la historia de Ariane, consiste básicamente en sustituir el motor de propergoles almacenables de la etapa alta por un nuevo motor criotécnico, con lo que se consigue una capacidad de carga útil de 9,4 toneladas, como siempre en órbita GTO. Esta es la versión llamada ECA, del francés *Composite de Evolution (E) associé á un étage supérieur Cryotechnique (C) du modéle initial (A)*, que viene a significar la "evolución" descrita anteriormente.

Pero aquí no ha parado el desarrollo de Ariane. Ya se hacen planes para diseñar una versión que pueda lanzar hasta 12 toneladas para satisfacer un futuro mercado previsto a partir del año 2015. Otra propuesta de futuro incluye una etapa re-encendible que permita poner satélites directamente en órbita geoestacionaria, a 36.000 kilómetros, liberando de este modo al satélite de su propia propulsión y ganando así capacidad adicional de carga.

• **VEGA**: es un nuevo lanzador de pequeñas cargas que está siendo desarrollado conjuntamente entre la Agencia Espacial Italiana y la Agencia Espacial Europea con participación española. El rango de cargas de pago va desde 300 a 2.000 Kg para misiones científicas y de observación de la tierra en órbitas bajas y polares.

Equipado con tres etapas de combustible sólido, VEGA será lanzado desde el centro Espacial Guayanés en Kourou

LA SOCIEDAD ARIANESPACE

Esta Sociedad que inició su andadura como contratista principal y proveedor de servicios con Ariane 1 (23.05.84), ha llegado a dominar durante algún tiempo el 75% del mercado comercial mundial gracias al éxito sin precedentes adquirido con Ariane 4 y ha conseguido colocar en su órbita con total precisión a más de 250 satélites.

No obstante lo anterior, Arianespace pasó por momentos difíciles con la puesta en servicio de la versión más potente de Ariane 5 (ECA).

Superadas esas dificultades, el lanzador se ha convertido en uno de los más precisos y fiables del mundo.

La empresa, que ya sólo presta servicios de lanzamiento, ha dejado el papel de contratista principal a EADS Astrium y ha ampliado su catálogo de servicios con Soyuz y VEGA gracias a la política de la Agencia Espacial Europea y a los acuerdos entre los países participantes en el programa de lanzadores.

LA PARTICIPACIÓN INDUSTRIAL ESPAÑOLA

A pesar de que España no es un país reconocido por el desarrollo de lanzadores, mucho se ha hecho desde los primeros años de la CONIE. Gracias a la participación de España en el programa de lanzadores de ESA, la industria española ha adquirido un gran prestigio en Ariane y VEGA, destacando a EADS CASA Espacio que ha conseguido especializarse en las estructuras de la parte alta de Ariane 5 y Atlas V fabricadas por un método robotizado usando materiales compuestos de fibra de carbono. Sólo dos empresas españolas de EADS Astrium (CASA Espacio y CRISA) participan en la fase de producción

Cuadro nº 3

ALGUNAS CIFRAS DEL LANZADOR ARIANE

	Ariane 1	Ariane 2	Ariane 3	Ariane 4	Ariane 5
Altura (m)	47	49	49	60 (max)	57 (max)
Peso al despegue (Tm)	211	221	241	486 (max)	777 (max)
Capacidad GTO (Tm)	1,88	2,17	2,7	4,95 (max)	9,4 (max)
Unidades construidas	11	6	11	116	en producción



Vega



recurrente del lanzador. Otras han participado de una manera u otra en el desarrollo del lanzador como SENER, IberEspacio, GMV y Auxitrol. GTD e INSA participan en las operaciones de lanzamiento desde la base de Kourou.

Y sin olvidar al INTA que, además de tener un magnífico Centro de Ensayos del Programa Ariane (CEPA), participó activamente en sus programas propios de pequeños lanzadores, usando la base de Arenosillo en el Parque Nacional de Doñana (Huelva)

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que los vehículos lanzadores han progresado tanto en prestaciones y bajo coste, que la utilización del espacio con fines comerciales ha permitido a la sociedad un grado de bienestar difícilmente imaginable al principio de la historia de los ICBM. Con un teléfono móvil se puede establecer comunicación con la casi totalidad del mundo usando redes de telefonía celular apoyadas por satélites o simplemente comunicándose directamente con los satélites. Además los satélites de observación de la tierra nos permiten hacer predicciones meteorológicas y de catástrofes naturales con suficiente tiempo. Resulta obvio que todos estos servicios no le podrían llegar al ciudadano con los costes del Saturno V.

Pero la tecnología no debe conformarse con el sistema de propulsión actual. Con el estado del arte que tenemos, las misiones a la Luna e interplanetarias siguen utilizando la mecánica celeste para viajar por el espacio, lo que precisa de períodos excesivamente largos para vuelos habitados.

Ya se está empezando a usar la propulsión iónica que consiste en generar un campo eléctrico para acelerar iones a gran velocidad y conseguir un impulso específico alto. Este método es eficaz pero su capacidad de acelerar un vehículo espacial es muy pequeña.

Los tiempos de las naves de La Guerra de las Galaxias están aún muy lejos. Habrá que seguir investigando. ■

Nuevos retos para la ciencia desde el espacio

Álvaro Giménez
European Space Agency, ESA, ESTEC, Noordwijk

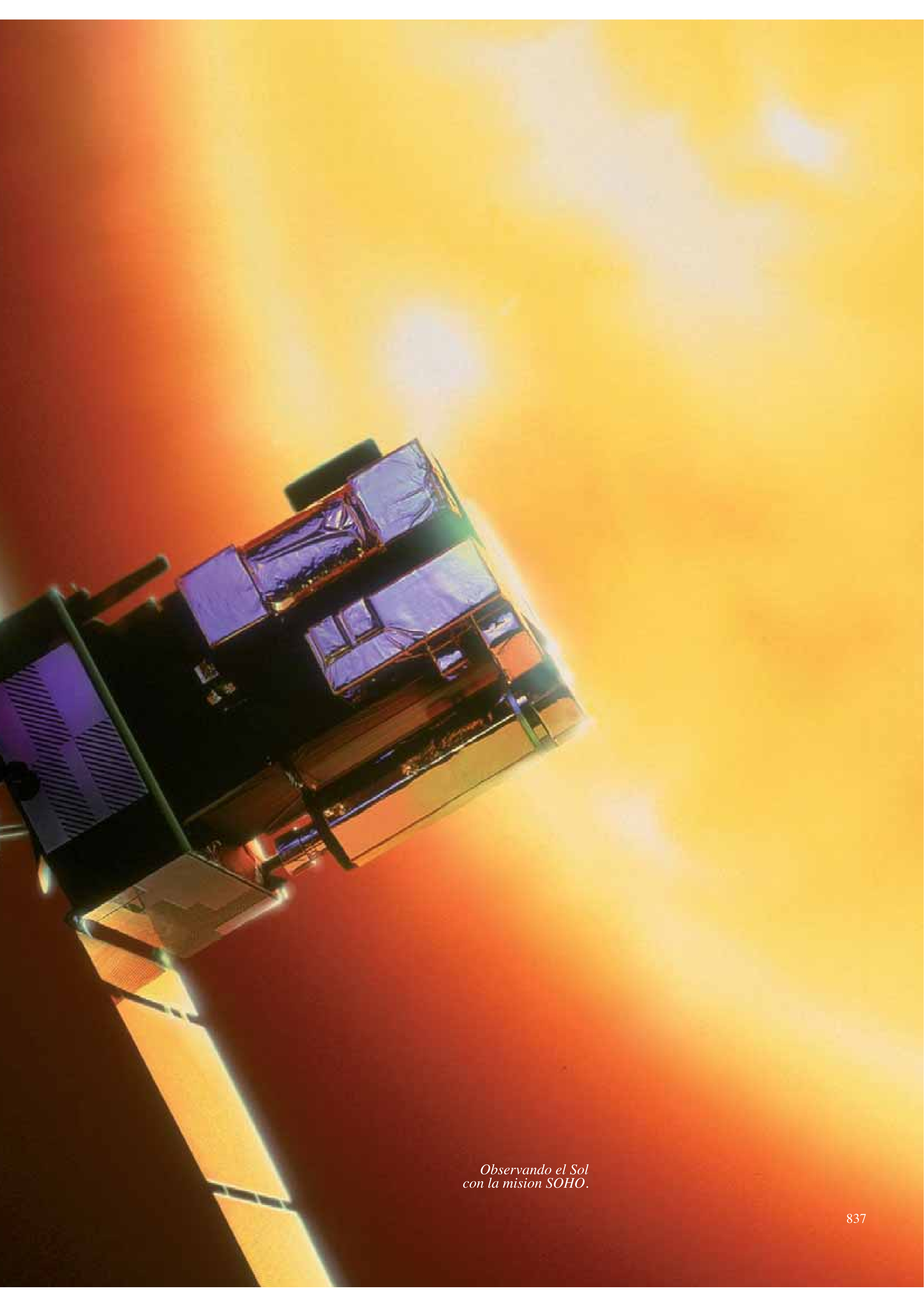


Con el lanzamiento del Sputnik se abrieron nuevas regiones para la exploración, un laboratorio único para la experimentación y una ventana al universo sin las limitaciones de la atmósfera terrestre. Desde el primer momento, los científicos fueron usuarios entusiastas de la nueva tecnología. El espacio permite la eliminación de las barreras atmosféricas y el acceso a secuencias de observaciones largas e ininterrumpidas. Además, permite la observación desde cerca, o sobre el terreno, de los cuerpos del sistema solar, incluso la traída de muestras, así como la realización de medidas *in situ* del espacio exterior o experimentar en condiciones inigualables de gravedad y vacío.

La investigación del espacio empezó con experimentos embarcados en globos estratosféricos y en cohetes para sondeos ionosféricos. Pero los satélites ofrecían la posibilidad de medidas de larga duración esenciales para el avance de la ciencia. El Sputnik, que realizó medidas ionosféricas, inició el mundo de la exploración espacial para la ciencia. Al cabo de 50 años, es interesante recordar los últimos avances en este campo y los que esperamos obtener en los próximos años. No hablaré de misiones tripuladas, o de observación de la Tierra, que se tratan en otros artículos por autores más competentes. Me centraré en la contribución del espacio al desarrollo de la astronomía y la exploración del sistema solar. Por razones obvias, haré mayor énfasis en las misiones europeas. Los últimos 25 años han representado el despegue de Europa en el campo de las misiones científicas. Mientras que al principio eran pocas las referencias, fuera de los Estados Unidos y de la extinta Unión Soviética, ahora la presencia de Europa es ineludible. Esto ha sido posible gracias a la puesta en común de los recursos necesarios en un objetivo compartido, la exploración del espacio, que no podrían alcanzar los países europeos de forma individual. Un objetivo que proporciona ilusión, innovación y cohesión y ha permitido a Europa demostrar al mundo eficacia y visión. Para ser justos, estos últimos años también han representado la entrada de Japón en el club de la ciencia espacial, con misiones relativamente pequeñas pero un programa estable de lanzamientos.

LA INVESTIGACIÓN DEL SOL

El Sol y la física de sus interacciones con la Tierra, es un objetivo de gran interés ya que domina la vida y evolución de los cuerpos que giran a su alrededor, incluida la Tierra. La ESA y la NASA lanzaron en 1990 la misión Ulysses a una órbita perpendicular al plano de los planetas. De esta forma se podían analizar las regiones polares del Sol, no visibles desde la Tierra. Durante los años 1994 y 1995 realizó un primer paso por los polos sur y norte, en una época de mínima actividad. En los años 2000 y 2001, realizó un nuevo paso por los dos polos pero durante una fase de máxima actividad solar. Actualmente, Ulysses



Observando el Sol
con la mision SOHO.

está llevando a cabo su tercera visita a los polos del Sol, en los años 2007 y 2008. Aunque se encuentra otra vez con una fase de baja actividad, ahora coincide en el espacio con otros observatorios que le complementan en el estudio del comportamiento del Sol. Ulysses ha analizado cambios de polaridad, emisiones de materia coronal, variaciones del campo magnético local así como la velocidad y composición del viento solar. Además se han realizado medidas a grandes distancias del Sol, observando la evolución del viento solar en su recorrido, y se ha estudiado el medio interestelar local.

En 1995 la ESA y la NASA lanzaron la misión SOHO. Este ingenio espacial, ha permitido conocer muchos de los misterios del Sol. Primero se adentró en su estructura interna mediante la tecnología conocida con el nombre de heliosismología, por su similitud con las pruebas sísmicas realizadas para conocer el interior de la Tierra. Así se pudieron obtener pistas para identificar el origen del problema del flujo de neutrinos solares. Después, se estudió la naturaleza de las manchas solares y el papel jugado por los campos magnéticos, las regiones activas y los mecanismos de calentamiento de la corona solar. Además, aunque no estaba previsto, SOHO ha descubierto más de mil nuevos cometas gracias a su coronógrafo y el paso de estos cuerpos menores por las proximidades del Sol.

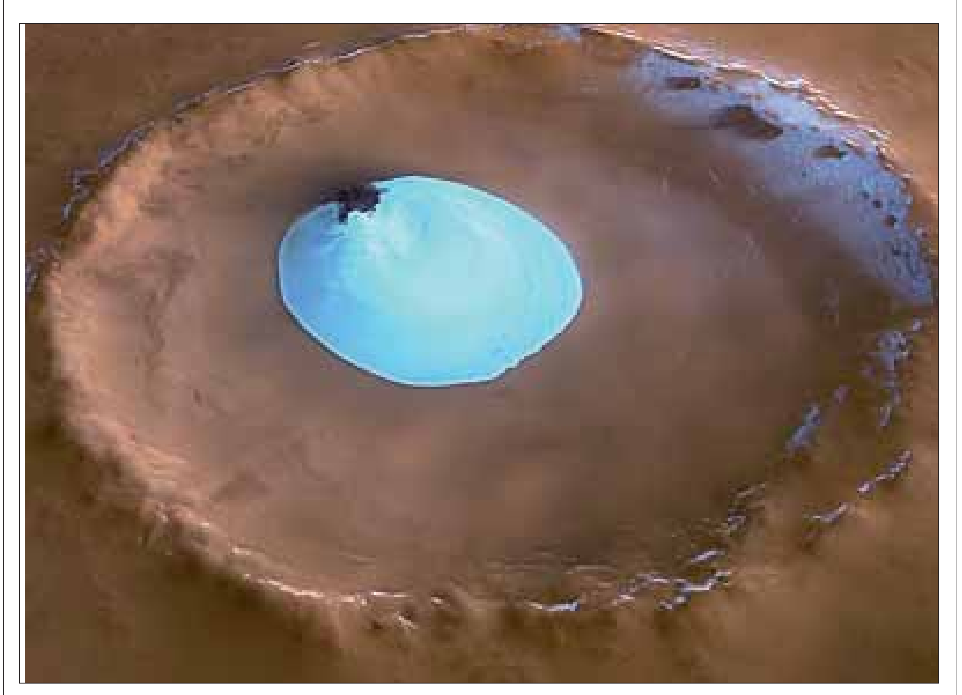


Primera imagen de la superficie de Titan tomada por la sonda Huygens.

Para la observación del Sol, NASA mantiene también en operación, desde 1998, TRACE que estudia los flujos magnéticos que surgen del interior del Sol hacia la corona, y desde 2002, la misión RHESSI para analizar como se aceleran las partículas durante erupciones solares. Finalmente, STEREO fue lanzado en 2006 para estudiar las eyecciones de masa coronales y sus efectos en la Tierra. Por su parte, Japón inició sus misiones solares con Yohkoh en 1991 para la observación de radiación de alta energía, y ahora prosigue con Hinode, en colaboración con la ESA, lanzado en 2006 para el análisis de la variabilidad magnética y cómo ésta modula la radiación solar.

El Sol seguirá siendo un objetivo prioritario para los científicos y la ESA tiene previsto el lanzamiento en 2015 de la misión Solar Orbiter que continuará los trabajos de SOHO pero acercándose más, llegando a colocarse muy próximo a la co-rotación con el Sol y pudiendo así analizar de forma continuada fenómenos atmosféricos. Luego se desviará del plano de la eclíptica para medir variaciones en latitud, adentrándonos en estudios de la rotación diferencial. Mientras, la NASA está preparando el lanzamiento del observatorio solar SDO para el año próximo.

El otro campo de investigación fundamental, en la relación entre el Sol y la Tierra, es el estudio del plasma en la magnetosfera terrestre, de forma complementaria a la observación del Sol para comprender lo que se denomina como clima espacial. NASA había lanzado satélites como FAST, en 1996, para estudiar el plasma en las regiones de las auroras polares y GEOTAIL en 1992, en cooperación con Japón, para el estudio de la cola de la magnetosfera. En los años ochenta había lanzado los satélites Dynamics Explorers para analizar la interacción de la magnetosfera con la ionosfera seguidos, en el 2000, por IMAGE para estudiar como reacciona la magnetos-



Residuos de agua en un crater de Marte detectados con Mars Express.



La mision Venus Express.

fera a cambios en el viento solar junto con IMP-8, en 2001, que proporciona el seguimiento del viento solar. Este mismo año, ha puesto en orbita THEMIS para el análisis de tormentas magnéticas y su efecto en la formación de auroras. Con el fin de comprender el importante papel que juega la radiación cósmica, NASA puso en órbita en 1992 la misión SAMPEX para estudiar la composición de la radiación cósmica y su transporte en la magnetosfera y, en 1997, ACE para analizar la radiación en un rango más amplio de partículas y energías.

La apuesta europea en el campo de la interacción entre el Sol y la Tierra ha sido Cluster. Su nombre se debe a la utilización de cuatro satélites casi idénticos, lanzados en el año 2000, volando en formación lo que permite el análisis del plasma alrededor de la tierra en tres dimensiones. Cluster ha proporcionado importantes avances en el conocimiento de los mecanismos de la magnetohidrodinámica en estas regiones y, en particular, la superficie de choque del viento solar. En los años 2003 y 2004 se añadieron dos satélites más, Double Star, mediante una cooperación con la agencia espacial China, que han permitido ampliar las investigaciones.

En el futuro próximo se espera el lanzamiento por parte de NASA de la misión TWINS, para estudiar la magnetosfera con imágenes estereoscópicas, y más adelante la ESA, igual que la NASA, se plantea la continuación de los estudios tridimensionales de Cluster a diferentes escalas y con mayor resolución.

LA EXPLORACIÓN DEL SISTEMA SOLAR

La actividad de los norteamericanos en la exploración planetaria había sufrido una parada en los años ochenta, tras la llegada a Marte de Viking en 1976 y los lanzamientos de las sondas Pioneer y Voyager a finales de la misma década. La actividad sólo se retomó a finales de los años noventa. La Unión Soviética, muy fuerte en este campo con anterioridad, prácticamente desapareció de él tras el fracasado lanzamiento de Mars 96.

Los europeos sólo habían tenido la experiencia de la sonda Giotto al cometa Halley. En 1986, Giotto se encontró con el cometa más famoso de la historia y tomó las imágenes más cercanas a su núcleo jamás obtenidas. Los resultados logrados dieron rápidamen-

te la vuelta al mundo mostrando la emisión de gases con alto contenido de agua desde el núcleo del cometa. La forma porosa y pétrea del mismo permitió el desarrollo de nuevas teorías sobre la formación y evolución de estos cuerpos del sistema solar. En paralelo, otras naves más alejadas del cometa, desarrolladas por la agencia japonesa, y la sonda Vega de la Unión Soviética tras su paso por Venus, ayudaron al éxito de la misión. Por su parte, NASA había lanzado en 1985 la misión ISEE 3 al encuentro del cometa Giacobini-Zinner. Aunque durante el paso junto a Halley, la cámara de Giotto sufrió daños irreparables, esto no impidió la utilización del resto de los instrumentos en la investigación del cometa Grigg-Skjellerup en 1992.

La historia de los cometas para la ESA no había terminado. Conscientes de su importancia para comprender el origen del sistema solar, los astrónomos europeos propusieron el desarrollo de una nueva y ambiciosa misión que recibió el nombre de Rosetta por las obvias conexiones entre los cometas y el código de la física y química iniciales del sistema solar. Inicialmente se diseñó con la idea de extraer materia de un cometa y traerla de vuelta a la Tierra. Finalmente, se desarrolló una misión para volar junto a un cometa y analizar su comportamiento hasta la máxima proximidad al Sol, durante varios meses, y realizar experimentos *in situ* mediante un robot anclado sobre el propio núcleo del cometa para analizar sus características. Rosetta se lanzó desde la Guayana Francesa en marzo de 2004 y ahora está en camino hacia el cometa Churyamov-Gerasimenko, al que llegará en el año 2014. En el camino hasta el cometa, a una distancia del Sol similar a la de Júpiter, Rosetta pasará muy cerca de dos asteroides que podrá explorar en detalle.

Mientras tanto, la NASA había lanzado en 1999 la misión Stardust, que recogió muestras de polvo del cometa Wild 2 y las trajo a la Tierra para su análisis en 2006. Además la, también americana, misión Deep Impact permitió analizar en 2005 los efectos de un impacto provocado sobre el cometa Tempel 1. La investigación de otros cuerpos menores del sistema solar, como los asteroides, también ha tenido un gran empuje. Esto se debe a la sonda NEAR lanzada por NASA en 1996 pero, sobretodo, a la japonesa Hayabusa lanzada hacia Itokawa en 2003, asteroide que no solo observó en detalle sino del que obtuvo muestras, que actualmente se encuentran en camino hacia la Tierra, con una llegada prevista para 2010. Muy pronto NASA lanzará la misión Dawn a dos de los asteroides mayores del sistema solar, Vesta y Ceres.

Con respecto a los planetas gigantes, al margen de la información que pudo ser analizada de las misiones Pioneer y Voyager, la NASA esperó hasta 1989 para lanzar la sonda Galileo al planeta Júpiter. Tras estudiar en detalle los fenómenos de la atmósfera activa del planeta y su magnetosfera, y visitar los cuatro satélites mayores que mostraron características geológicas muy interesantes, la nave Galileo se sumergió en Júpiter al terminar la misión en 2003.

En 1997, era la oportunidad para Saturno y la ESA embarcó en la misión norteamericana Cassini una sonda con el objetivo de explorar la atmósfera de su mayor satélite: Titán. El interés de este se basa en su atmósfera, densa y compleja, que parece representar una atmósfera prebiótica o como podía ser la de nuestro propio planeta antes de la aparición de la vida. Tras llegar a Saturno en 2004, en enero de 2005 la sonda europea Huygens entró en la atmósfera de Titán después de abandonar a la nave nodriza con la que había realizado el viaje. Huygens empezó a descender, desplegando varios paracaídas para frenar su caída y poder tomar medidas e imágenes. Finalmente se posó en la superficie de Titán; un hecho inesperado ya que no se sabía si caería sobre una superficie sólida o líquida. El mundo descubierto superaba cualquiera de las expectativas barajadas. Titán es mucho más parecido a la Tierra de lo esperado, aunque con una composición química muy diferente. El papel que el agua juega en la Tierra, lo cumple el metano en Titán, de forma que incluso a una temperatura muy baja, unos 180 grados bajo cero, se encuentra en forma líquida. Arroyos, lagos, montañas, valles y ríos se pudieron observar por debajo de una atmósfera densa y activa con vientos y lluvias. Por el momento, la aventura de Huygens marca el sitio más lejano en el que la humanidad ha logrado colocar un instrumento en su superficie.

El año pasado, NASA colocó en camino hacia los confines del sistema solar la sonda New Horizons hacia Plutón y explorar la región del cinturón de Kuiper, adonde llegará en 2015. Nuevas misiones previstas incluyen la sonda norteamericana Juno a Júpiter en 2011 y posiblemente una nueva misión europea. El aspecto relevante es el papel de la exploración de satélites de gran tamaño para comprender nuestro vecindario en el sistema solar y la emergencia de la vida en el mismo. Satélites de Júpiter, como Europa, u otros de Saturno, como Encelado, son ejemplos de objetivos por alcanzar.

Pero en el estudio de nuestro sistema solar, lo que ha llamado más la atención en los últimos años ha sido la exploración de Marte. Después de un intervalo de inactividad, se lanzó en 1996 la Mars Global Surveyor que proporcionó el primer mapa detallado de la superficie del planeta. Al poco tiempo se llevó a cabo la misión Mars Pathfinder en 1997 como un experimento tecnológico que demostró la posibilidad de utilizar robots móviles equipados con cámaras. Mars Odyssey, en 2001, contribuiría a un mejor conocimiento de las distintas regiones mediante la caracterización del suelo marciano.

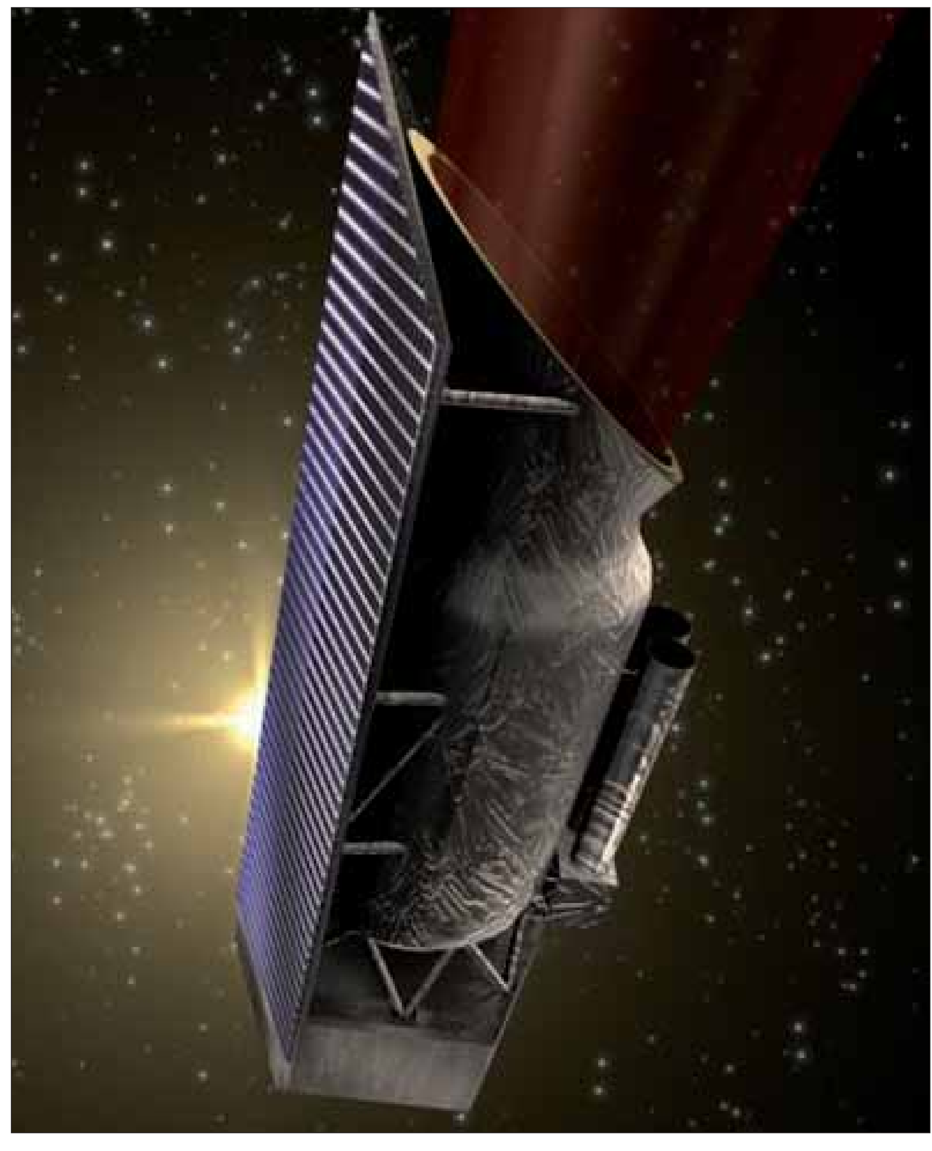
Los esfuerzos europeos en la exploración de nuestro sistema solar se han materializado en la nave Mars Express. Este proyecto se inició como un intento de recuperar las inversiones realizadas por los científicos europeos en la misión rusa Mars 96 y que lamentablemente terminó con un lanzamiento fallido. Rápidamente se realizaron los estudios y desarrollos para lanzar una misión propiamente europea y en el año 2003 tuvo lugar el despegue hacia el planeta rojo. A finales de año se alcanzó Marte y se soltó una sonda, desarrollada por grupos principalmente británicos, para posarse en la superficie del planeta, medir sus condiciones físicas y buscar restos de vida pasada. Lamentablemente la sonda Beagle 2 no pudo comunicar con la Tierra y se tuvo que dar por perdida. A cambio, el satélite Mars Express se quedó en orbita alrededor del planeta y ha proporcionado cantidades enormes de datos científicos, desde las mejores imáge-



El observatorio XMM-Newton.

nes tridimensionales de su superficie hasta propiedades químicas, identificación de hielo y agua o componentes de gran relevancia en su atmósfera y superficie. Incluso se están obteniendo datos del subsuelo mediante las observaciones de un instrumento de tipo radar que está analizando regiones hasta ahora inalcanzables.

Mientras tanto, en 2004 llegaron a Marte dos robots móviles de NASA, los Mars Rovers, conocidos como Spirit y Opportunity, que han explorado la superficie del planeta más allá de lo previsto, en suelos de muy diferentes características geológicas. En 2005 se lanza el Mars Reconnaisance Orbiter para mejorar la resolución de los mapas de Marte y su caracterización espectral y, finalmente, NASA acaba de enviar este verano la misión Phoenix para explorar las desconocidas regiones polares del planeta. Para 2009 está previsto el lanzamiento del Mars Science Laboratory con nuevos instrumentos para la experimentación *in situ*. Es indudable que Marte representa uno de los objetos más atractivos y su exploración no terminará con Mars Express o la serie de misiones de NASA. La ESA ha decidido iniciar un programa de exploración especifico con Marte como objetivo prioritario al que enviará una nueva misión, Exo Mars, para colocar un laboratorio en la superficie del planeta que permita analizar las condiciones que existen allí, con énfasis particular en las de contenido biológico. Es decir, Exo Mars culminará lo que Beagle 2 no pudo llevar a cabo, con medios más ambiciosos y la tecnología necesaria.

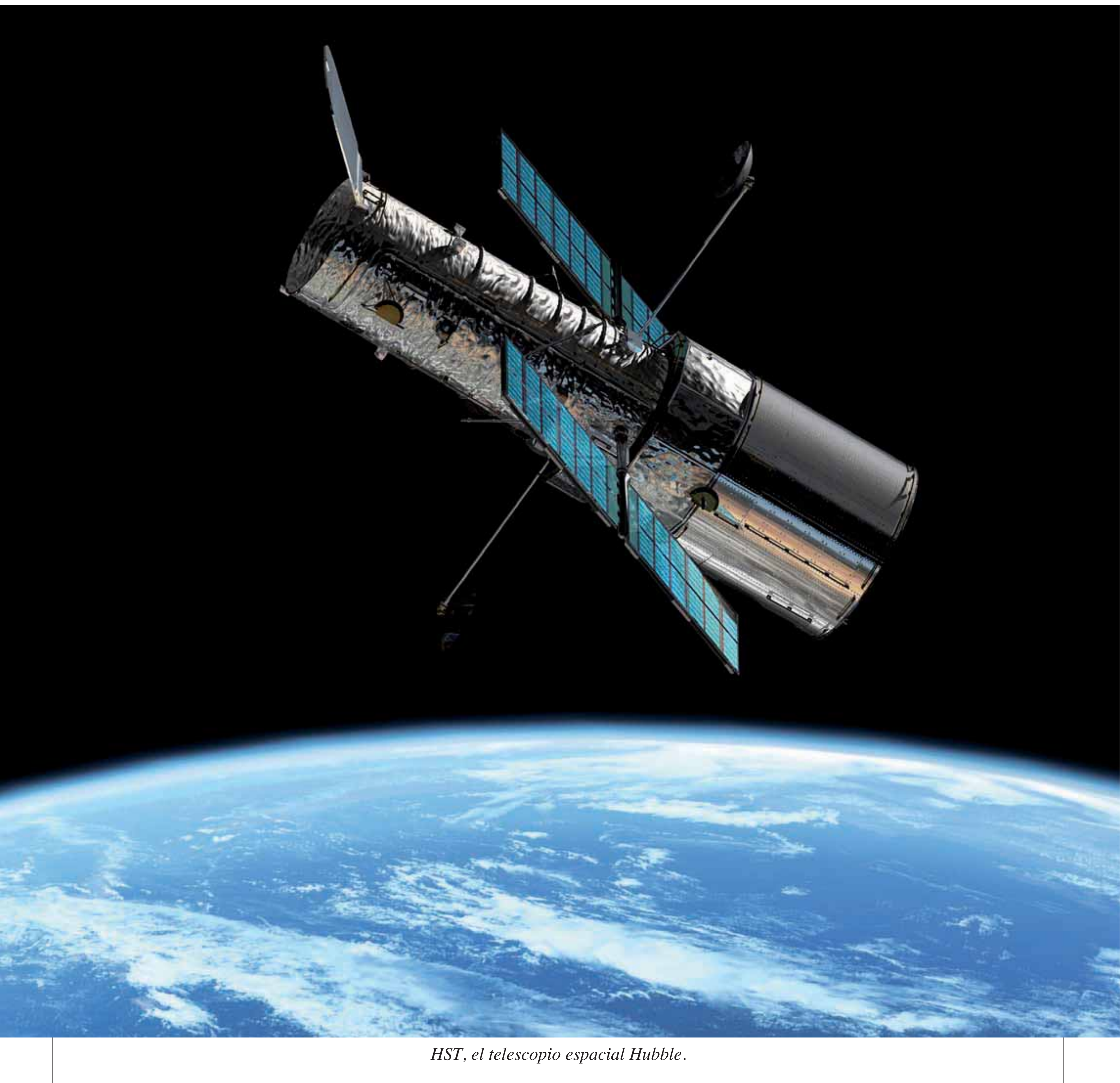


El satelite infrarrojo ISO.

La siguiente misión de la ESA en el marco de la exploración planetaria se diseñó para investigar el planeta más cercano a nosotros y aún tremendamente desconocido: Venus. Aprovechando los desarrollos de la exitosa misión a Marte, en 2002 se estudió una reutilización de la misma plataforma adaptándola a unas condiciones ambientales diferentes. Así nació Venus Express que se lanzó en 2005 y se insertó en órbita alrededor de Venus en la Semana Santa de 2006. Actualmente está funcionando según todas las expectativas y proporcionando datos esenciales para la comprensión de la peculiar atmósfera de Venus. Una visita anterior a Venus había sido realizada por la nave norteamericana Magellan, lanzada en 1989, que obtuvo un mapa detallado de la superficie de Venus mediante la tecnología radar, pero sin prestar atención a la atmósfera. Los instrumentos de Venus Express no sólo analizan la circulación, viento y estructura de la atmósfera sino que también permiten cierto acceso a la superficie del planeta.

El siguiente planeta en el punto de mira es lógico: Mercurio. Las misiones anteriores han permitido conocer lo que llamamos planetas de tipo terrestre; Marte, Venus o la propia Tierra, así como grandes satélites de tipo similar, como la Luna o Titán. El único que queda por explorar es el más próximo al Sol y más inhóspito, al que no se va desde el Mariner 10 en los años setenta. NASA ha lanzado la misión Messenger en 2004, que llegará a Mercurio en 2011. La ESA está desarrollando una ambiciosa misión, con el nombre de Bepi Colombo, en cooperación con los japoneses. Constará de dos satélites, uno para estudiar el planeta en sí, su superficie, composición química e incluso el subsuelo. El segundo satélite, en el que participa la agencia espacial japonesa, se dedicará al estudio de la magnetosfera de Mercurio y su conexión con el Sol. Ambos serán puestos en camino hacia Mercurio en el año 2013.

El programa científico de la ESA ha intentado también ir desarrollando las tecnologías necesarias para navegar por nuestro entorno del sistema solar. Con este objetivo se diseñó la misión



HST, el telescopio espacial Hubble.

Smart 1, para probar sistemas de propulsión eléctrica. En el año 2003 tuvo lugar el lanzamiento de este pequeño satélite y se había tomado la decisión, sin duda acertada, de que si había que navegar tenía que ser para llegar a algún sitio y se eligió ir a la Luna. Ahora, nuestro satélite, está de moda pero esto no era evidente hace diez años y fue sin duda una muestra de visión. Tras un largo viaje en el que se pudieron realizar todas las pruebas tecnológicas necesarias, a principios de 2004 se llegó a la Luna y comenzó la misión científica en sí. Los primeros resultados fueron tan interesantes que, aunque solo estaban previstos seis meses en órbita lunar, se extendió la misión un año más. Finalmente, se agotó el combustible y la misión terminó con un impacto en la superficie en 2006 que pudo ser observado desde la Tierra. Se obtuvieron unas 20 mil imágenes, mostrando relieves desconocidos y regiones polares o de la cara oculta que, junto con medidas de composición química y caracterización de la superficie, constituyen una base de datos imprescindible para las próximas misiones a la Luna.

La última visita a la Luna de los astronautas del Apolo 17 había tenido lugar en 1972 y, después, la NASA contribuyó a la exploración lunar con una pequeña misión tecnológica en 1994, Clementine, y con Lunar Prospector, en 1998, que tuvo como objetivo la obtención de mapas más precisos para la preparación de actividades futuras. Próximamente se lanzará la misión japonesa Selene y están previstas misiones de China, India y nuevas visitas de la NASA encaminadas a preparar viajes tripulados y la instalación de una base lunar.

COMPRENDER NUESTRO UNIVERSO

La astronomía espacial de los primeros años se dedicó a la exploración de los nuevos campos abiertos a la observación: radiación gamma, X y ultravioleta. Buenos ejemplos son la misión europea COS-B en rayos gamma o las misiones americanas Uhuru en rayos X y Copernicus en ultravioleta. A partir de los años ochenta, 25 después del primer Sputnik, se empezaron a explotar nuevas tecnologías en detectores para estudiar objetos astronómicos específicos. En rayos X, la NASA lanzó la misión Einstein y la ESA contribuyó con Exosat en 1983, permitiendo importantes estudios sobre la variabilidad de las fuentes X. Los japoneses lanzaron una serie de satélites de rayos X de enorme éxito, cada vez más complejos: Hakucho en 1979, Tenma en 1983 y Ginga en 1987. También se inició la exploración del universo en un nuevo rango espectral, el infrarrojo, mediante la misión IRAS lanzada en 1983, en colaboración entre la NASA y grupos europeos. El mismo año, los rusos habían lanzado la misión, Relikt para medir la anisotropía de la radiación cósmica de fondo. En el ultravioleta, el protagonismo indiscutible lo tuvo la misión IUE, puesta en órbita en 1978 mediante una cooperación entre Estados Unidos y Europa. Además de una contribución muy importante a la astronomía de las estrellas activas, IUE ha tenido la vida operacional más larga hasta ahora de un satélite científico. Diseñado para 5 años, como observatorio comandado en tiempo real, permaneció durante casi 19. Además, el IUE es de especial importancia para la comunidad científica española ya que las operaciones europeas se realizaban desde la estación de seguimiento de Villafranca del Castillo, en un nuevo centro creado por la ESA a tal efecto.

A partir de los años noventa empezó la época de los grandes observatorios. Se trataba de poder estudiar las mismas fuentes con mucha mayor precisión y detenimiento, a fin de comprender en detalle la física de los procesos causantes de su comportamiento. En 1989, los rusos lanzaron el observatorio GRANAT para el estudio de fuentes gamma y rayos X muy energéticos en cooperación con Francia, y los americanos el observatorio CGRO en 1991. Con el fin de localizar con precisión y rapidez las erupciones de rayos gamma, un enigma de la astronomía de casi 50 años, NASA lanzó en el 2000 HETE 2. Por su parte, la apuesta de la ESA en el campo de la radiación gamma vendría con el lanzamiento en 2002 del observatorio Integral que combina alta resolución espectral y espacial y ha permitido la investigación de procesos violentos en el universo de forma única. Para poder caracterizar las erupciones de rayos gamma, NASA lanzó en 2004 la misión Swift. La siguiente apuesta americana en rayos gamma es el observatorio GLAST preparado para el año próximo.

En rayos X, los grandes observatorios son Chandra por parte de NASA y Newton por parte de la ESA, ambos lanzados en 1999 y aún en funcionamiento. Chandra se optimizó para alcanzar una alta resolución de las imágenes y Newton para obtener la máxima sensibilidad y resolución espectral. La combinación de ambas ha demostrado ser una herramienta fundamental en la comprensión de las regiones más calientes y turbulentas del universo, como las proximidades de los agujeros negros, las explosiones de supernovas o las huellas de la propia materia oscura. Previamente los europeos habían desarrollado misiones menores pero de gran éxito científico como Rosat en 1990, liderada por Alemania y que permitió un rastreo detallado de fuentes, o Bepo-SAX en Italia que permitió resolver el enigma de las erupciones de rayos gamma. Otras misiones de NASA como RXTE, lanzada al final de 1995 investigan la variabilidad de las fuentes de rayos X relacionadas con estructuras de acrecimiento sobre objetos compactos. Los japoneses continuaron la serie de misiones anteriores en rayos X con el lanzamiento de ASCA en 1993 y Suzaku en 2005. El futuro seguramente está en misiones mucho más grandes, como los estudios llevados a cabo por NASA bajo el nombre de Constellation X o de la ESA, como Xeus.

En el ultravioleta, la herencia de IUE no fue seguida por los europeos y sólo NASA ha extendido el rango cubierto por IUE con misiones como EUVE en el extremo ultravioleta en 1991 y FUSE en el ultravioleta lejano en 1999. Además, en 2001 se inició con Galex un nuevo rastreo, pendiente desde épocas anteriores. El rango óptico parecía que no podía competir con los grandes observatorios en tierra dada la aparente transparencia de la atmósfera en esta ventana espectral. Sin embargo, el Hubble Space Telescope, lanzado al espacio con un trasbordador en 1990, demostró que las posibilidades del espacio también incluían el visible. HST es una misión de la NASA, con fuerte participación de la ESA, que ha ampliado nuestro conocimiento actual de la formación de estrellas, la evolución de las galaxias a la expansión del universo, incluyendo el sorprendente descubrimiento de la energía oscura. De forma no prevista, HST ha contribuido también al estudio de planetas extrasolares a partir de su descubrimiento en 1995. También proporcionó medidas en el ultravioleta pero se desarrolló hacia el infrarrojo cercano gracias a la posibilidad de cambiar instrumentos mediante visitas del trasbordador espacial. La próxima de ellas está prevista para el año próximo.

El descubrimiento de las nuevas posibilidades de cobertura global y estabilidad fotométrica en el óptico desde el espacio revolucionó áreas tan clásicas como la astrometría con Hipparcos y, recientemente, la astrosismologia y la búsqueda de planetas extrasolares con Corot. Hipparcos fue lanzada por la ESA en 1989 y permitió medir con precisión la distancia a las estrellas de nuestro entorno galáctico y su variabilidad fotométrica. Actualmente es la referencia para gran cantidad de estudios que sólo será superada con el lanzamiento en 2011, también de la ESA, de la misión GAIA. Entonces, las medidas serán mucho mas precisas, alcanzando grandes distancias y la muestra incluirá unos mil millones de objetos, frente a los cien mil de Hipparcos. Por su parte, Corot es una misión europea liderada por Francia que se lanzó al espacio en 2006 para analizar la luz de las estrellas con una precisión sin precedentes, permitiendo aplicar a otras estrellas la heliosismología que SOHO usó en el caso del Sol. Además Corot empleará la fonometría de precisión para buscar pequeñas disminuciones de luz de las estrellas producidas por el tránsito de planetas. En

este campo, la NASA está preparando una misión llamada Kepler para 2009 y, empleando interferometría óptica desde el espacio, SIM para el 2015.

En el caso de la radiación infrarroja la contribución más relevante de la ESA fue el lanzamiento de la misión ISO en 1995. Durante la vida operativa del observatorio se hicieron aportaciones fundamentales para entender la formación estelar y galáctica así como al estudio de las nubes moleculares en el medio interestelar, encontrándose la presencia de agua por todas partes así como moléculas complejas. La observación del universo en el infrarrojo continúa desde el 2003 con la misión Spitzer de la NASA y naturalmente con HST. Mientras, los japoneses también se han incorporado a este campo con la misión Akari, en la que colabora la ESA, que fue lanzada en 2006. El futuro de la astronomía infrarroja viene dominado por la misión de la ESA Herschel que se lanzará el año próximo. Los procesos de formación de galaxias, estrellas y planetas se podrán observar en el infrarrojo más lejano mientras que la misión posterior, JWST, colaboración entre NASA y ESA como continuación de la existente alrededor de HST, ocupará el infrarrojo cercano y medio para investigar las épocas más primitivas de formación.

Respecto al fondo de radiación cósmica, fundamental para comprender el origen del universo y la formación de sus primeras estructuras, NASA puso en órbita en 1989 el satélite COBE que confirmó la teoría del Big Bang e identificó las posibilidades para la cosmología de las medidas en el espacio. WMAP está acumulando datos más precisos desde 2001 y ha podido fijar los parámetros esenciales de la estructura del universo. El año que viene, la ESA, lanzará la misión Planck para confirmar y mejorar estos datos, con sensibilidad y resolución angular sin precedentes, así como adentrarse en el campo de las medidas de polarización.

Finalmente, quería comentar la incorporación de una nueva comunidad a las ciencias del espacio: la física fundamental. El lanzamiento por parte de NASA de Gavity Probe B en 2004, para verificar las predicciones de la teoría de la relatividad general, será seguido en el futuro por una ambiciosa misión, LISA, nuevamente en cooperación entre NASA y ESA, para la detección y observación de ondas gravitacionales

¿QUÉ OCURRIRÁ EN LOS PRÓXIMOS AÑOS?

Hacer predicciones sobre el futuro siempre es peligroso. En el campo espacial, las tecnologías al alcance de los científicos cambian a gran velocidad. En un par de décadas se puede pasar de calificar a una técnica como revolucionaria, a probada y finalmente como clásica. Sin embargo, también es cierto que los programas espaciales llevan mucho tiempo y sabemos, más o menos, qué es lo que se va a llevar al espacio en los próximos diez años. Algunos de los proyectos en marcha los he mencionado anteriormente. A partir de aquí, en los siguientes 15 años, la cosa se complica.

Mi opinión personal es que en los próximos 25 años se alcanzarán los siguientes objetivos de la ciencia espacial:

- El aterrizaje en Marte y la exploración del planeta mediante vehículos móviles y perforaciones del subsuelo; la medida directa y caracterización de la presencia de agua; la toma de muestras del subsuelo y la traída de algunas de ellas a la Tierra.
- La vuelta a los planetas gigantes, Júpiter y Saturno, y la exploración de algunas lunas como Europa, Encelado y Titán.
- El estudio de las atmósferas de los planetas extrasolares y su caracterización; el descubrimiento de al menos un hermano gemelo de la Tierra; la comprensión del mecanismo de formación de sistemas planetarios y el papel de la migración.
- La medida de la polarización de la radiación cósmica de fondo; la distribución de la materia en las primeras fases del universo y la formación de las primeras galaxias.
- La comprensión de la naturaleza de la materia oscura y su conexión con el descubrimiento de nuevas partículas elementales exóticas; el estudio en detalle de la energía oscura del universo y, posiblemente, su comprensión como resultado de la unificación de la gravedad con el resto de las fuerzas.
- La detección y observación de ondas gravitacionales desde el espacio.
- Finalmente, entre los objetivos específicos identificados para los próximos años se encuentra la detección de pruebas de la existencia de vida fuera de nuestro planeta o, al menos, el estudio de las condiciones en que dicha vida puede emerger y consolidarse. ■

¿QUÉ OCURRIRÁ EN LOS PRÓXIMOS AÑOS?

Hacer predicciones sobre el futuro siempre es peligroso. En el campo espacial, las tecnologías al alcance de los científicos cambian a gran velocidad. En un par de décadas se puede pasar de calificar a una técnica como revolucionaria, a probada y finalmente como clásica. Sin embargo también es cierto que los programas espaciales llevan mucho tiempo y sabemos, más o menos, que es lo que se va a llevar al espacio en los próximos diez años. Algunos de los proyectos en marcha los he mencionado anteriormente. A partir de aquí, en los siguientes 15 años, la cosa se complica.

Mi opinión personal es que en los próximos 25 años se alcanzarán los siguientes objetivos de la ciencia espacial:

- El aterrizaje en Marte y la exploración del planeta mediante vehículos móviles y perforaciones del subsuelo; la medida directa y caracterización de la presencia de agua; la toma de muestras del subsuelo y la traída de algunas de ellas a la Tierra.
- La vuelta a los planetas gigantes, Júpiter y Saturno, y la exploración de algunas lunas como Europa, Encelado y Titán.
- El estudio de las atmósferas de los planetas extrasolares y su caracterización; el descubrimiento de al menos un hermano gemelo de la Tierra; la comprensión del mecanismo de formación de sistemas planetarios y el papel de la migración.
- La medida de la polarización de la radiación cósmica de fondo; la distribución de la materia en las primeras fases del universo y la formación de las primeras galaxias.
- La comprensión de la naturaleza de la materia oscura y su conexión con el descubrimiento de nuevas partículas elementales exóticas; el estudio en detalle de la energía oscura del universo y, posiblemente, su comprensión como resultado de la unificación de la gravedad con el resto de las fuerzas.
- La detección y observación de ondas gravitacionales desde el espacio.
- Finalmente, entre los objetivos específicos identificados para los próximos años se encuentra la detección de pruebas de la existencia de vida fuera de nuestro planeta o, al menos, el estudio de las condiciones en que dicha vida puede emerger y consolidarse.

Vuelos tripulados

José Antonio González Abeytua
Responsable de la División de Sistemas de Misión y Datos
DEIMOS Space S.L.

Tras los impresionantes logros de la astronáutica en la década de los sesenta y setenta, con el lanzamiento del primer ser humano al espacio, el primer paseo espacial, los primeros hombres en la luna o las primeras estaciones espaciales, todos ellos impulsados por la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética, fruto de la guerra fría y los presupuestos ilimitados, las dos últimas décadas se han tenido que enfrentar con la cruda realidad de los presupuestos menguantes y un cierto desapego de los medios y el gran público en general.

La euforia vivida tras la llegada del hombre a la Luna hacía presagiar bases lunares, el tan esperado viaje a Marte o el acceso “universal” al espacio, con precios asequibles para el ciudadano medio, a la vuelta del nuevo siglo. El turismo espacial no parecía tan lejano, y los presagios de películas como 2001 una odisea en el espacio, con enormes estaciones orbitales giratorias y viajes regulares desde la Tierra parecían al alcance de la mano.

Tras el milagro lunar y el breve episodio de la estación espacial Skylab, la NASA centró sus esfuerzos en el desarrollo del transbordador Espacial, con el cual esperaba reducir enormemente el coste del acceso al espacio. Hace poco mas de 25 años, el 12 de abril de 1981 el transbordador Columbia despego de Cabo Kennedy en su primer vuelo de pruebas. Unos meses después, en noviembre de ese mismo año volvió a ser lanzado, convirtiéndose en el primer vehículo espacial reutilizable.

El proyecto del transbordador espacial tuvo un coste de desarrollo de 6,7 billones de dólares (miles de millones de dólares de 1971), y aun así, no se alejo mucho del presupuesto original (5,1 billones), siendo menos de un cuarto del coste del programa Apolo.

Uno de los pretextos principales al desarrollar el transbordador fue que sería mucho más barato que los cohetes de un solo uso y los sustituiría a todos. El gobierno norteamericano canceló el desarrollo de nuevos lanzadores. La NASA y sus contratistas se encontraron con una gran presión para justificar su decisión, incrementando el número de lanzamientos y reduciendo el coste por lanzamiento. Cuando tras la explosión del Challenger el programa espacial americano fue completamente paralizado se demostró la falacia de la situación. La fuerza aérea americana y los usuarios comerciales volvieron a usar lanzadores desechables y cuando se reanudaron los vuelos del transbordador lo fue solo para programas de la NASA.

El transbordador espacial fracasó en su intento de reducir el coste de enviar cargas de pago a órbita terrestre. El programa del transbordador heredó del proyecto Apolo enormes gastos fijos lo que hizo que aun sin volar el proyecto necesitase 2.800 millones de dólares anuales para mantenerse. El coste marginal de cada vuelo, por debajo de 100 millones de dólares, podría parecer competitivo pero teniendo en cuenta los gastos fijos y dividiendo por el número usual de vuelos anuales, cada uno costaría 245 millones de dólares, sig-





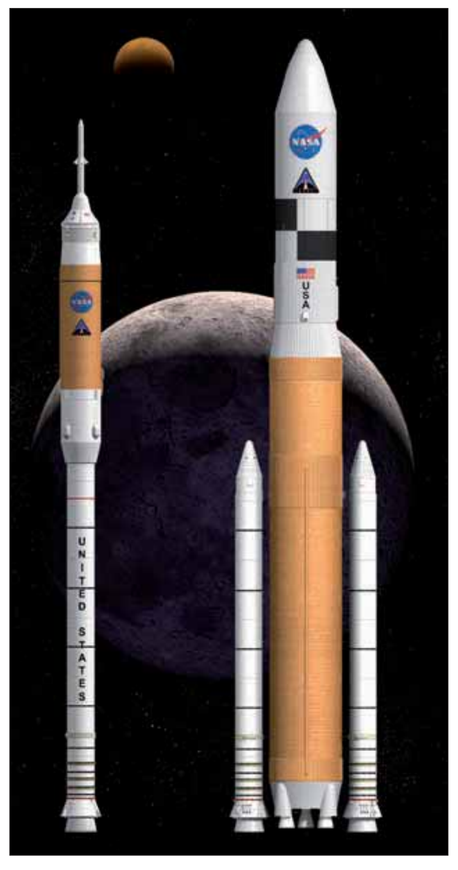
El astronauta Mike Melvill sobre el SpaceShipOne.

La ISS en junio de 2007.

nificativamente más que un Titan 4 o un Protón con la misma carga de pago.

Aún así a lo largo de los años el transbordador espacial logró nuevos hitos en la astronáutica. En 1982 realizó su primera misión comercial, lanzando dos satélites de telecomunicaciones. Un año después se realizó la primera misión con el laboratorio europeo Spacelab alojado en la bodega de carga del transbordador. En 1984 la tripulación del Challenger logró recuperar, reparar y devolver al espacio el satélite Solar Max.

Mientras los americanos continuaban con su programa exclusivamente basado en el transbordador, los soviéticos continuaban con su exitosa serie de estaciones espaciales. En 1982 lanzaron la Salyut-7, y ya en 1984 la tercera expedición a la estación permaneció a bordo 237 días, estableciendo un nuevo record de permanencia en ingravidez. Los soviéticos fueron ganando, paso a paso, una gran experiencia en vuelos tripulados; cuando en 1985 la estación permaneció sin energía y fuera de control durante varios meses dos cosmonautas fueron capaces de atracar y revivir la Salyut-7, en una espectacular misión.



Lanzadores Ares.

El 20 de febrero de 1986 el módulo principal de la estación espacial Mir fue lanzado, y su primera tripulación realizó el primer desplazamiento entre dos estaciones espaciales, al transbordar entre la Salyut-7 y la Mir. Un año después el módulo Kvant-1 atracó con la Mir, en lo que sería el primer componente de la modular estación.

Un mes antes, en enero de 1986 los siete tripulantes del transbordador Challenger mueren 73 segundos después del despegue. Una fuga en uno de los motores aceleradores sólidos hizo que el depósito externo de combustible explotara, desintegrando el vehículo en el aire. El shock fue tremendo para los Estados Unidos. Eran los primeros astronautas americanos en fallecer en un misión espacial (los tres astronautas del Apolo-1 murieron en un ensayo en Tierra). Todo el programa del transbordador fue revisado completamente y la NASA realizó múltiples modificaciones, tratando de

mejorar la seguridad de las misiones. El lanzamiento de misiones comerciales con el Trasbordador y todas las misiones desde la base aérea de Vandenberg fueron cancelados. Finalmente, en septiembre de 1988, año y medio después del desastre, se reanudan los vuelos con la misión STS-26.

En menos de un mes los soviéticos iban a sorprender al mundo con el lanzamiento del transbordador espacial Buran, a lomos del súper-cohete Energia. La misión, no tripulada, aterrizó automáticamente tras dos órbitas, para orgullo de las autoridades.

El desarrollo del sistema Buran-Energia fue autorizado en febrero de 1976, y aunque se estudiaron diferentes opciones a la postre se seleccionó una copia aerodinámica directa del trasbordador espacial americano. La mayor diferencia con el sistema americano consistía en que los motores principales estaban situados al pie del lanzador Energia, en lugar de en la base del transbordador, así como en el uso exclusivo de propelentes líquidos en sustitución de los motores de combustible sólidos americanos.

Los soviéticos contemplaban un ambicioso programa, que incluía la fabricación de múltiples vehículos, en incluso dotarían a uno de los módulos de la Mir de un puerto de atraque para el Buran.

Sin embargo, tras el exitoso lanzamiento el Burán no volvería nunca a volar. Cinco vehículos quedaron a medio construir y el proyecto fue terminado en 1993. Con un coste de 14,5 mil millones de rublos supuso el trabajo de 1206 subcontratistas y 100 ministerios del gobierno. El coste del Buran, como parte del enorme esfuerzo soviético para mantenerse a la par con los Estados Unidos, contribuyo al colapso del sistema soviético.

Los transbordadores americanos por su parte recuperaron el pulso, con el lanzamiento de la nave Galileo, con destino a Júpiter (STS-34, en 1989), la captura y vuelta a Tierra del vehículo LDEF (STS-32, en enero 1990), o el lanzamiento del Telescopio espacial Hubble (STS-31, en abril de 1990).

La estación Mir continuó añadiendo nuevos módulos, con el acoplamiento del Kvant-2 o el Kristall. En mayo de 1991 el primer pasajero comercial, la ciudadana británica Helen Sharman, visita la Mir. Todavía faltarían unos años para que los primeros turistas espaciales volaran al espacio pero la Mir permitió que astronautas de múltiples países la visitasen, desarrollando lazos de colaboración inéditos hasta entonces.

En 1993 la estación Mir alcanzaba las 124 toneladas de masa, pero tras el colapso de la Unión Soviética resultaba evidente la falta de fondos para construir su sucesora, la Mir-2. Al mismo tiempo, la NASA había ido reduciendo progresivamente sus ambiciones en su proyecto de estación espacial. Tras su aprobación inicial en 1984 por el presidente Reagan había sufrido más de siete revisiones y no lograba el apoyo del congreso. En octubre de 1993, con el ruido de armas en la calle durante en intento de golpe de estado en Moscú, los negociadores de la NASA acordaron con sus homólogos rusos el desarrollo de la Estación Espacial Internacional (ISS en sus siglas inglesas), como unión de la estación Alpha y la Mir-2.



Pedro Duque y el resto de la tripulacion de la mision STS-95.



Pedro Duque en la mision STS-95.

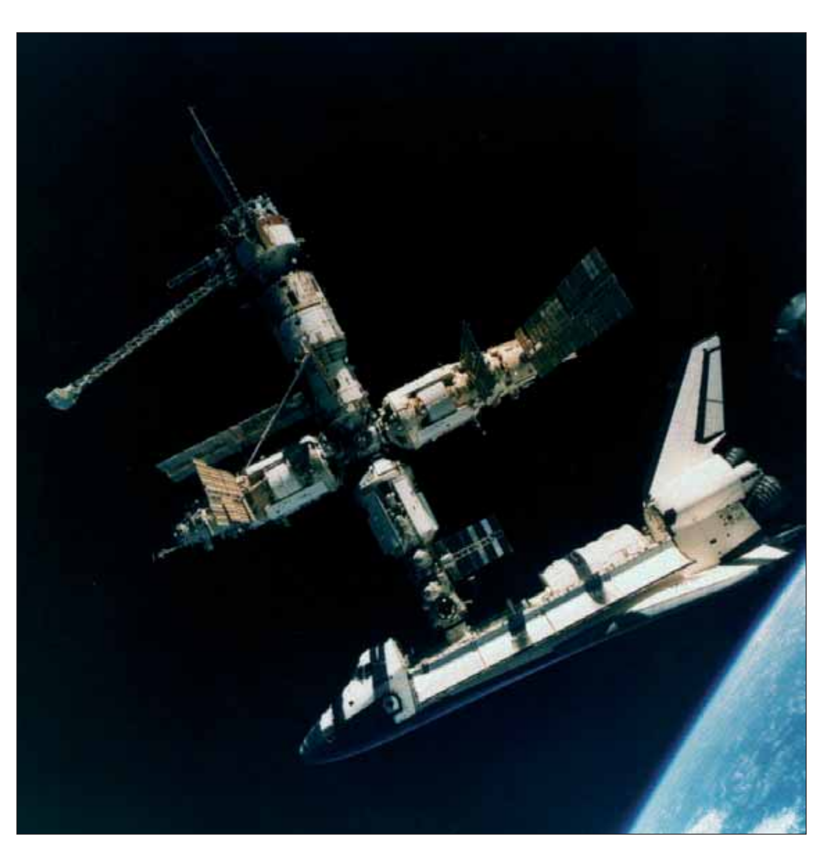
Tras el acuerdo se incrementó la colaboración entre ambos países. En febrero de 1994 Sergei Krikalev es el primer cosmonauta ruso en volar a bordo del transbordador espacial americano (STS-60). Unos meses antes Valery Polyakov comienza su estancia en la Mir en la que batirá el record de permanencia con un año y medio en ingravidez, equivalente a un vuelo a Marte. La Mir es reacondicionada para recibir el transbordador americano y en junio de 1995 el Atlantis atraca por primera vez.

Las estancias de astronautas americanos en la Mir les proporcionan la experiencia que necesitarán en el futuro cuando la ISS esté en órbita. Es durante una de estas misiones de larga duración cuando se produce uno de los incidentes más grave jamás producidos en una misión espacial (junto con la explosión en la capsula Apolo-13); una nave de carga Progress colisiona con la Mir durante un ejercicio de atraque, perforando el módulo Spektr. Los cosmonautas a bordo de la estación escuchan el aire silbando escapándose al espacio exterior y disponen de pocos segundos para localizar el origen y cerrar el módulo afectado. Son momentos de gran tensión en los cuales parte de la tripulación se encontraba ya dispuesta para abandonar la estación en la capsula Soyuz. La pericia de los cosmonautas salvó la Mir de una completa despresurización y su consiguiente pérdida.

El año 1998 es de especial importancia para España, al volar por primera vez un astronauta de nuestro país. Pedro Duque, ingeniero aeronáutico de la ETSIA y astronauta de la ESA, participó como Especialista de Misión en el vuelo STS-95 del transbordador espacial. La misión, de nueve días, se dedicó a la investigación en falta de gravedad y al estudio del Sol. Duque tuvo como compañero de vuelo a John H. Glenn, el primer astronauta de los EEUU en entrar en órbita, que tenía 77 años cuando emprendió este su segundo vuelo.

Además de Pedro Duque, otro astronauta de origen español, Michael López-Alegría, nacido en Madrid pero criado en California, realizó varias misiones espaciales, la primera de ellas en la STS-73 en 1995.

El desarrollo de la ISS progresa y en noviembre de 1998 es lanzado desde Baikonur su primer componente, el módulo de control Zayra/FGB. Un mes después el transbordador Endeavour lanza el módulo Unity, acoplándolo al Zayra/FGB y creando el primer segmento de la ISS. Casi en paralelo el gobierno ruso elimina los fondos a la Mir; comenzando un triste periodo en el cual diversas iniciativas tratan de evitar el fin de esta estación.



Mir y transbordador espacial.

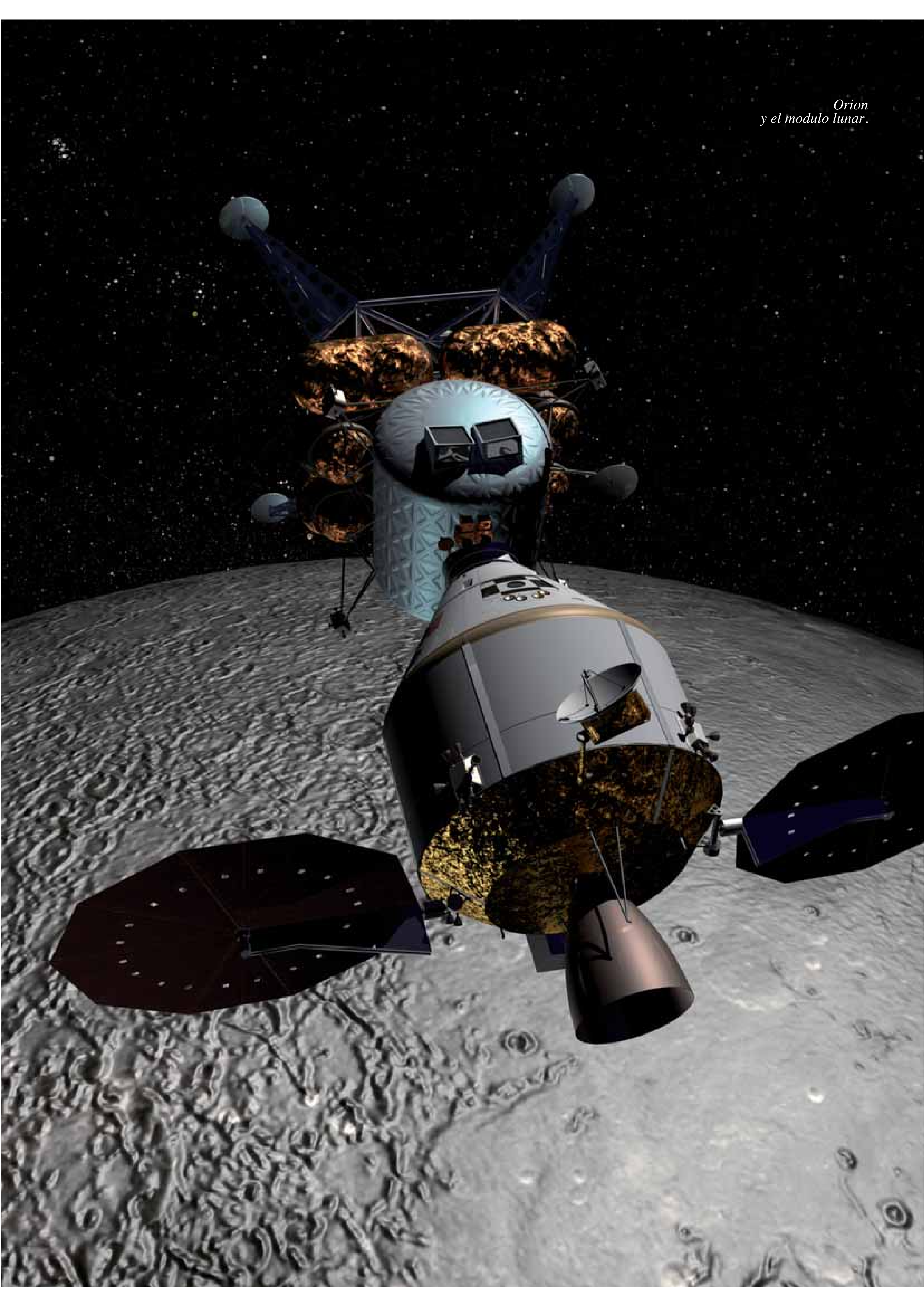
Se aceleran las misiones de montaje de la ISS y en el año 2000 la primera tripulación residente es lanzada en la Soyuz TM-31.

En marzo de 2001, tras 15 años en servicio, habiendo sido visitada por 104 cosmonautas/astronautas, la estación espacial Mir es de-orbitada en su órbita número 86.331. Entre 20 y 35 toneladas de metal alcanzan la superficie del planeta en el Pacífico Sur, al este de Nueva Zelanda. El último vestigio del poderío soviético en el espacio desaparece.

Hasta el momento el espacio había sido únicamente accesible a astronautas profesionales, pero el viejo sueño del turismo espacial iba a hacerse realidad el 30 de abril de 2001, haciendo más o menos realidad una de las predicciones de Arthur C. Clarke en su libro 2001. El magnate norteamericano y ex ingeniero de la NASA Dennis Tito fue el primer ser humano en viajar al espacio únicamente por placer (tras abonar a la Agencia Espacial rusa 20 millones de dólares), permaneciendo en la ISS durante unos días. La NASA puso todo tipo de objeciones y su administrador, Daniel Goldin, lo calificó como "el capricho de una excéntrico". Pero la firmeza de los rusos, que llegaron a amenazar con abandonar el proyecto de construcción de la ISS, lograron allanar el camino. Les siguieron Mark Shuttleworth y Gregory Olsen (en 2005) y Anousheh Ansari (en 2006).

La construcción de la estación espacial iba a sufrir un grave revés cuando en febrero de 2003 el transbordador Columbia se desintegraba en la reentrada atmosférica, matando a sus siete tripulantes. De nuevo se paralizo el programa espacial, quedando en manos rusas la responsabilidad de rotar las tripulaciones en la ISS, usando la nueva Soyuz TMA.

En medio de la desolación americana, China se convierte en la tercera nación en realizar vuelos tripulados, con el lanzamiento de la cápsula Shenzhou-5 con el teniente coronel


Orion
y el modulo lunar.


United States

Yang Liwei a bordo. El programa espacial chino fue aprobado formalmente por el gobierno chino en 1992, y consistía en varias fases: primer lanzamiento tripulado en 2002, mini-estación espacial de 8 toneladas en 2007 y estación espacial permanente de 20 toneladas tras 2010. Aun con un cierto retraso es de esperar que en el próximo vuelo chino (el tercero tripulado) se realice un paseo espacial y al siguiente se acoplen varios módulos Shezhou para formar la mini-estación.

Los vuelos a la ISS continúan con la cápsula Soyuz y es en octubre de 2003 cuando Pedro Duque visita durante diez días la ISS, en la misión Cervantes, llevando a cabo un extenso programa experimental en las áreas de biología, fisiología, física, observación de la tierra, educación y nuevas tecnologías.

Una de las previsiones de inicios de los 80, los primeros vuelos tripulados privados, se hace realidad en junio de 2004, con el vuelo de pruebas del SpaceShipOne, uno de los competidores del X Prize patrocinado por Ansari (la cuarta turista espacial). La competición consistía en ser el primer vuelo tripulado desarrollado de manera totalmente privada en superar los 100 kilómetros de altitud en dos vuelos consecutivos.

En septiembre de ese mismo año, tras el éxito del SpaceShipOne, Richard Branson, propietario de Virgin, y Burt Rutan, diseñador del SpaceShipOne, firman un acuerdo para el desarrollo de vuelos comerciales. Los turistas viajaran en la SpaceShipTwo, la primera nave que llevará 8 personas (6 turistas y 2 pilotos) al espacio por una duración de 2.5 horas a partir de 2009. Durante el vuelo los turistas tendrán más de 5 minutos de gravedad cero, y unos 40 segundos para volver a su asiento y abrocharse los cinturones antes que la nave comience el regreso Tierra. Los vuelos tendrán un coste de 200.000 dólares por pasajero.

En ese mismo año de 2004 el presidente George W. Bush, en un intento por recuperar la iniciativa americana tras el desastre del Columbia, anuncia un nuevo proyecto para el regreso del hombre a la Luna. En julio de 2005 se reanudan los vuelos de transbordador y poco a poco se reactiva la construcción de la estación espacial internacional. Sin embargo, el accidente del Columbia ha significado el acta de defunción de los transbordadores, que ya tienen fecha para cesar sus operaciones. La NASA ya ha iniciado los contratos para el desarrollo del vehículo Orion, destinado a sustituir a los transbordadores en 2010. La visión actual de la NASA es la de retornar a la Luna hacia el año 2020 (¡más de 50 años después del Apolo-11!). Los Estados Unidos se comprometen a finalizar la construcción de la ISS usando el transbordador y luego construir una nueva generación de vehículos para aventurarse por el sistema solar. Usando la estación espacial y la base lunar se preparará el tan deseado viaje a Marte.



Transbordador espacial ruso Buran.

El nuevo vehículo Orion será capaz de transportar carga a la ISS. Así mismo, será capaz de acoplarse en órbita terrestre con un módulo de descenso lunar y una etapa lanzadora que lo propulse hacia la luna. El diseño de Orion toma prestados elementos de las cápsulas del pasado; adiós a los vehículos alados tipo transbordador; aunque toma ventaja de la tecnología del siglo XXI en ordenadores, electrónica, soporte vital, propulsión y escudos térmicos.

La nave Orion será lanzada por el Ares I, un nuevo vehículo lanzador que usará un cohete de propulsión sólida derivado de la primera etapa del transbordador. El Ares V será el nuevo lanzador pesado de la NASA, equivalente al antiguo Saturno-V, y estará basado en cinco motores RS-68 montados sobre una versión alargada del depósito externo del transbordador espacial, apoyados por dos cohetes de combustible sólido análogos a los del transbordador. Este lanzador pesado será el encargado de poner en órbita las pesadas cargas necesarias para las misiones lunares y más tarde hacia Marte.

Por otro lado, los rusos también tienen sus planes y acaba de anunciar su intención de implantar una estación permanente en la Luna entre 2028 y 2032. El primer vuelo tripulado a Marte sería posible después de 2035.

La experiencia de los últimos 25 años nos hace pensar que la ambición y el deseo van por delante de los presupuestos y la dura realidad. Pero sin esta ambición no habríamos sido capaces de conseguir los enormes logros alcanzados desde el inicio de la aventura espacial. Es de esperar que en los próximos 25 años se logren nuevas metas y se vea de nuevo el regreso del hombre a la luna, esta vez para quedarse, el desarrollo de los vuelos privados, poniendo cada vez al alcance de más gente el viaje espacial, y finalmente el tantas veces soñado aterrizaje del ser humano en Marte ■

Los sistemas de navegación por satélite

MIGUEL M. ROMAY MERINO
Director de GNSS

INTRODUCCIÓN A LA NAVEGACIÓN POR SATÉLITE

Los sistemas de navegación por satélite permiten localizar a un usuario por medio de medidas de distancia entre este y al menos tres posiciones conocidas (la de los satélites de la constelación). La distancia a uno de los satélites nos definirá una esfera de posibles soluciones, mientras que la intersección de las tres esferas nos definirá la localización del usuario. La distancia entre el usuario y los satélites se conoce con un cierto nivel de incertidumbre o error, por lo que la intersección de las tres esferas no nos define una única localización sino una zona de posibles localizaciones. La incertidumbre o error en la medida de distancia es junto con la geometría entre el usuario y los satélites en vista, la que nos define el error de posición a escala usuario.

Las medidas de distancia se obtienen multiplicando por la velocidad de la luz la diferencia entre el tiempo de emisión en el satélite y el tiempo de recepción en el usuario. Los relojes de los diferentes satélites se sincronizan entre sí en el centro de control encargado del calculo del mensaje de navegación, por lo que la señal transmitida lo está en el tiempo de referencia del Sistema de Navegación. Con el fin de sincronizar el reloj del usuario a la misma referencia de tiempos se recurre a resolver una cuarta incógnita, el error de reloj del usuario. De esta forma, para determinar nuestra localización (tres parámetros) y el tiempo (un parámetro) necesitaremos al menos tener cuatro satélites en vista. El cálculo preciso de la posición de los satélites y la sincronización de todos los relojes del Sistema es por lo tanto fundamental en un sistema de navegación por satélite.

Con el fin de garantizar que se dispone de al menos cuatro satélites en vista es necesario recurrir a constelaciones de más de 18 satélites en orbitas a altitud media (unos 20.000 kilómetros de altura). Si bien la mayoría de los sistemas actuales o en desarrollo tienen entre 24 y 30 satélites, un mayor numero de satélites permite no sólo mejorar las prestaciones sino también garantizar que el servicio se mantiene incluso en situaciones de mal funcionamiento de alguno de los satélites.

Actualmente existen dos sistemas de navegación por satélite en órbita:

• El sistema GPS comenzó a desarrollarse como heredero del sistema NNSS (TRANSIT) en Estados Unidos en el año 1973, los primeros satélites se lanzaron a comienzo de la década de los ochenta y desde principios de los noventa GPS viene funcionando de forma operacional. Desde entonces el sistema se ha actualizado periódicamente y el número de satélites en la constelación ha ido aumentando. El sistema GPS ha ido creciendo en popularidad sobretodo a raíz de la eliminación de la 'Selective Availability' (degradación artificial de la señal) y es hoy en día utilizado ampliamente en un gran rango de aplicaciones.

• El sistema GLONASS, desarrollado en Rusia, lanzó su primer satélite en el año 1982. El sistema completo, con los 24 satélites nominales, estuvo operativo solamente durante unos pocos meses, en la segunda mitad de los años noventa se redujo sensiblemente el numero de lanzamientos llegando el sistema a operar en algunos periodos con menos de 10 satélites. En los últimos años se han vuelto a lanzar nuevos satélites y actualmente hay alrededor de 15 satélites disponibles.

GLOBAL POSITIONING SYSTEM GPS

El sistema GPS ha sido desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DoD). A día de hoy el Departamento de Defensa es el responsable del mantenimiento y operación del sistema y a través de la 'GPS Joint

Figura 2. Galileo in Orbit. Foto: ESA.

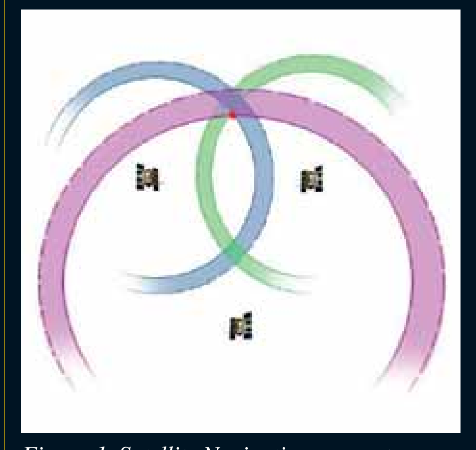


Figura 1. Satellite Navigation concept.

Programme Office' (JPO) se encarga de gestionar la constelación de satélites en orbita. La JPO tiene como misión el asegurar que el sistema se encuentra disponible de forma continua, principalmente para los usuarios militares de los Estados Unidos y países aliados, pese al carácter militar del sistema GPS el uso civil ha crecido exponencialmente en el transcurso de los últimos años. Mientras que la gestión principal del sistema GPS la proporciona el Departamento de Defensa, el Departamento de Transportes de los Estados Unidos (DoT) representa los intereses civiles en GPS y es el responsable de los sistemas de aumentación civiles a GPS. El tercer estamento encargado de la gestión del sistema GPS es el Departamento de Comercio de los Estados Unidos, que se encarga de proteger el espectro de radiofrecuencia utilizado por el sistema GPS.

El sistema GPS puede descomponerse en tres segmentos principales: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento de usuario. Como ya se ha mencionado anteriormente GPS es un sistema de doble uso, que proporciona tanto a los usuarios militares co-

mo a los civiles servicios de posicionamiento, navegación y tiempo. La constelación de satélites GPS incluye a su vez una serie de sensores militares que se integran dentro del sistema norteamericano para la detección de detonaciones nucleares.

A pesar de la revolución que han constituido los navegadores personales y otras aplicaciones de navegación por satélite en los últimos años, la realidad es que el sistema GPS ha evolucionado muy poco desde su lanzamiento a finales de la década de los setenta. A pesar de ello durante los últimos años sí se han producido una serie de importantes mejoras en las prestaciones del servicio para los usuarios civiles. En 1996, se anunció formalmente que el presidente de los Estados Unidos revisaría la decisión de introducir una degradación adicional a la señal civil 'Selective Availability' (SA). En 1998 la Casa Blanca anuncio la disponibilidad de una segunda frecuencia para usos civiles, con el fin de mejorar las prestaciones y la fiabilidad de la señal para uso civil. A esto siguió el anuncio en el año 2000 de la desaparición de la degradación del servicio civil de posicionamiento 'Selective Avaliablity'. De un día al siguiente las prestaciones del sistema GPS para uso civil mejoraron dramáticamente, y llegaron a niveles atractivos para el desarrollo de aplicaciones de consumo. Desde entonces el mercado de aplicaciones de consumo basadas en el uso de la señal transmitida por los satélites GPS no ha dejado de crecer.

Esas decisiones constituyen los primeros pasos dentro de un exhaustivo programa de modernización del sistema GPS. El programa de modernización de GPS se encuentra actualmente en marcha y tiene como objetivo el proporcionar importantes mejoras en los servicios proporcionados tanto a los usuarios civiles como a los militares. La modernización del sistema GPS se implementará de forma gradual no interrumpiendo el servicio actual. El lanzamiento del primer satélite de la nueva generación esta previsto para el año 2013.

GLONASS

GLONASS es un Sistema de Navegación Global por Satélite desarrollado

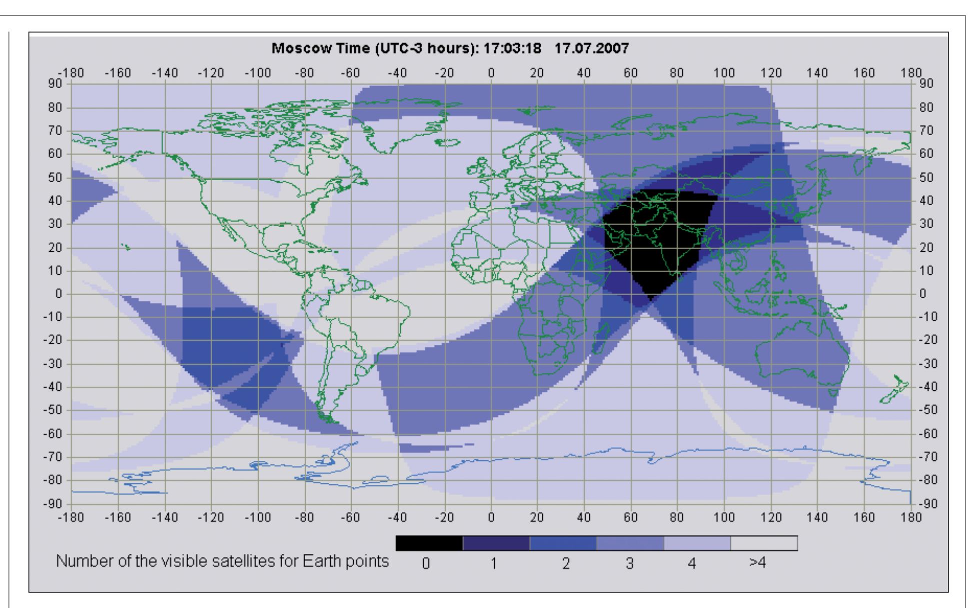


Figura 3. Sistema GLONASS. Numero de satélites visibles (imagen suministrada por IAC).

en Rusia a principios de la década de los ochenta. El sistema en su configuración nominal consta de 24 satélites situados en tres planos orbitales a algo mas de 19.000 Km de altura sobre la superficie terrestre. Los tres primeros satélites se lanzaron en el año 1982 y la constelación alcanzó su configuración nominal a principios del año 1996. La situación económica de Rusia supuso que en abril del año 2002 hubiese únicamente 8 satélites proporcionando servicios de navegación. Desde entonces la situación ha ido mejorando y a día de hoy hay aproximadamente 15 satélites operativos, si bien son necesarios al menos 18 para dar servicio a todo el territorio ruso y 24 para estar disponible con aceptables prestaciones a escala global.

La situación de incertidumbre que ha vivido el sistema GLONASS desde su creación así como ciertas incompatibilidades al nivel de señal con el sistema GPS ha llevado a que no hayan proliferado las aplicaciones basadas en GLONASS, esta situación puede cambiar en los próximas años si Rusia mantiene los anunciados planes de modernización.

ROSKOSMOS es la agencia responsable del sistema GLONASS y sus desarrollos. Existe igualmente un Organismo de Coordinación entre Agencias que se encarga de la coordinación del programa GLONASS entre los diferentes Ministerios involucrados, incluyendo a los Ministerios de Transporte, Defensa, Industria y Energía.

La Agencia Espacial rusa (ROSKOSMOS) cuenta con la aprobación del gobierno Ruso para continuar con el plan establecido para el periodo 2002-2011. Este plan contempla el desarrollo de una constelación GLONASS con 24 satélites. Rusia prevé te-

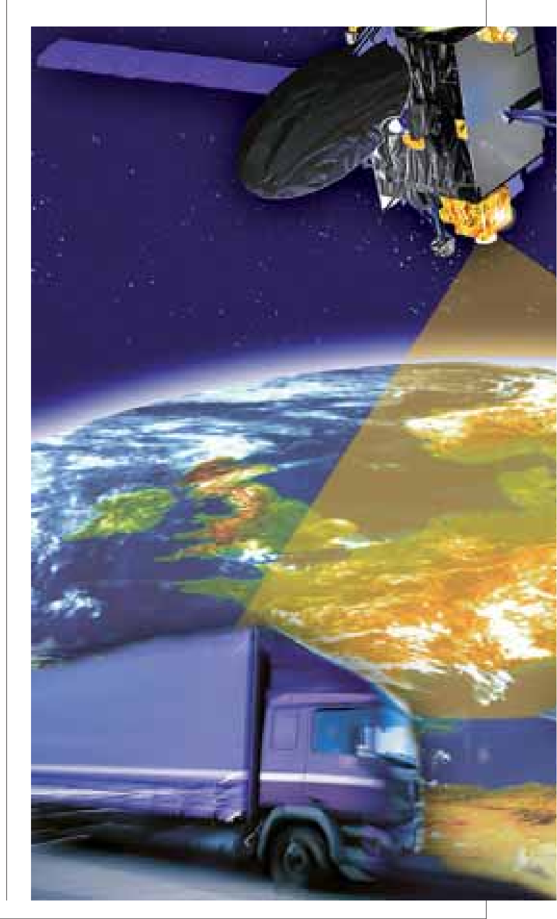


Figura 4. EGNOS schematic representation. Foto: ESA.

ner 18 satélites operacionales para finales del año 2008 y conseguir los 24 satélites nominales a finales del año 2010.

SISTEMAS DE AUMENTACIÓN BASADOS EN SATÉLITES (SBAS)

Los sistemas SBAS se han concebido con el propósito de satisfacer los exigentes niveles de precisión, integridad, disponibilidad y continuidad requeridos por usuarios como la aviación civil. El objetivo es poder migrar los sistemas actuales de navegación aérea a sistemas basados en el uso de navegación por satélite. Estos sistemas proporcionan los siguientes servicios:

• Modelos de corrección para las efemérides de los satélites, relojes y parámetros ionosféricos.

• Mensajes de integridad que proporcionan información sobre el estado de los satélites y sus prestaciones.

• Señales adicionales de posicionamiento proporcionadas por satélites en orbitas geoestacionarias.

En los últimos años se ha desarrollado un creciente interés por el desarrollo de sistemas de aumentación regional en diferentes partes del mundo: Norteamérica, Europa, Japón, Rusia, Sudamérica, India, Australia, Norte de África, etc.



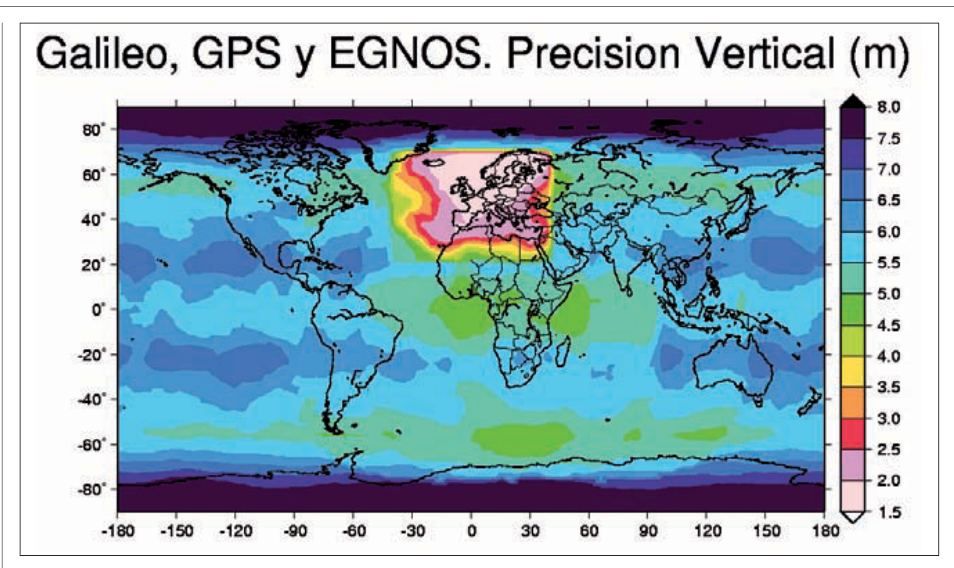


Figura 5. Prestaciones de posicionamiento usando GPS, Galileo y EGNOS.

EGNOS

Europa se incorpora al reducido mundo de la Navegación por Satélite a mediados de la década de los noventa de la mano del sistema EGNOS. El *'European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)'* proporciona la información necesaria para poder utilizar los sistemas GPS y GLONASS en aplicaciones que impliquen riesgos de vidas humanas, como por ejemplo en aplicaciones aeronáuticas. El sistema EGNOS no es un Sistema de Navegación Global por Satélite (GNSS) sino un Sistema de Aumentación Basado en Satélites (SBAS). EGNOS mejora sensiblemente las prestaciones de sistemas como GPS y GLONASS, pero su principal valor añadido es el de avisar a los usuarios de estos sistemas en menos de seis segundos de cualquier mal funcionamiento de la señal de navegación (integridad).

Una red de estaciones de monitorización se encarga de recoger las señales enviadas por los satélites GPS y GLONASS, estas se envían a los Centros de Control en donde se calculan las correcciones de órbita, reloj, e ionosfera junto con el mensaje de integridad. Todas las correcciones se envían a las estaciones de 'up-link' que a su vez las envían en forma de un mensaje EGNOS a los usuarios. El receptor EGNOS, integrado en la aplicación de usuario, se encarga de decodificar la señal y proporcionar posiciones integras y precisas. Todo el sistema EGNOS ha sido desarrollado pensando en aplicaciones criticas para el riesgo de vidas humanas por lo que hay redundancias en todos los elementos críticos. Los principales elementos del sistema han sido desarrollados siguiendo metodologías especificas para sistemas críticos.

El sistema EGNOS ha finalizado su fase de desarrollo y se encuentra actualmente en fase de calificación con lo que en los próximos meses se espera que comience a utilizarse de forma operacional. EGNOS abre el camino a un nuevo tipo de aplicaciones de navegación, las aplicaciones que requieren garantía de servicio.

El sistema EGNOS es un claro precursor del programa Galileo, en particular, el segmento terreno de misión (GMS) de Galileo guarda importantes similitudes con el sistema EGNOS. Las lecciones aprendidas de EGNOS son fundamentales para el éxito del programa Galileo.

GALILEO

Teniendo en cuenta la importancia de los Sistemas de Navegación por Satélite en el desarrollo de modernas infraestructuras de transporte, Europa decidió a finales de la década de los noventa embarcarse en el desarrollo de un Sistema Global de Navegación por Satélite, Galileo.

Galileo proporcionará servicios de posicionamiento de alta precisión garantizados a escala mundial y estará bajo control civil. Galileo será ínter operable con los otros sistemas de navegación existentes, como GPS y GLONASS. Además Galileo garantizará la disponibilidad del servicio e informará a los usuarios de cualquier anomalía en uno de los satélites del sistema con un margen de unos pocos segundos.

En diciembre del 2005 tuvo lugar el lanzamiento del primer satélite experimental, el primero del denominado 'Galileo System Test Bed' (GSTB-V2), denominado GIOVE-A. El objetivo de los satélites experimentales es el de evaluar las prestaciones de ciertas tecnologías criticas para Galileo, como por ejemplo la señal, los receptores, los relojes, la determinación de órbita, etc. Al GIOVE-A le seguirá a finales de este año el siguiente satélite de la serie GSTB-V2, el GIOVE-B. El GIOVE-B incorpora una nueva tecnología de relojes, los relojes pasivos de hidrogeno. Estos relojes son los que están previstos para el sistema operacional. A los satélites del GSTB-V2 le seguirán en los próximos años cuatro satélites completamente operacionales, los cuales permitirán validar el Segmento Espacial y Terreno de la misión Galileo. A esta fase de validación, comúnmente conocida como 'In Orbit Validation' (IOV), le seguirá el lanzamiento del resto de los satélites hasta completar la constelación Galileo.

El sistema Galileo está constituido por 30 satélites en tres planos orbitales a una altura de 23.616 km, teniendo los planos orbitales una inclinación de 56 grados. La constelación ha sido optimizada para maximizar la precisión y disponibilidad de prestaciones incluso en condiciones de fallos de satélites. Para facilitar el control de la constelación y evitar perdidas de disponibilidad esta se ha optimizado para minimizar el numero de maniobras necesarias durante la vida útil de los satélites.

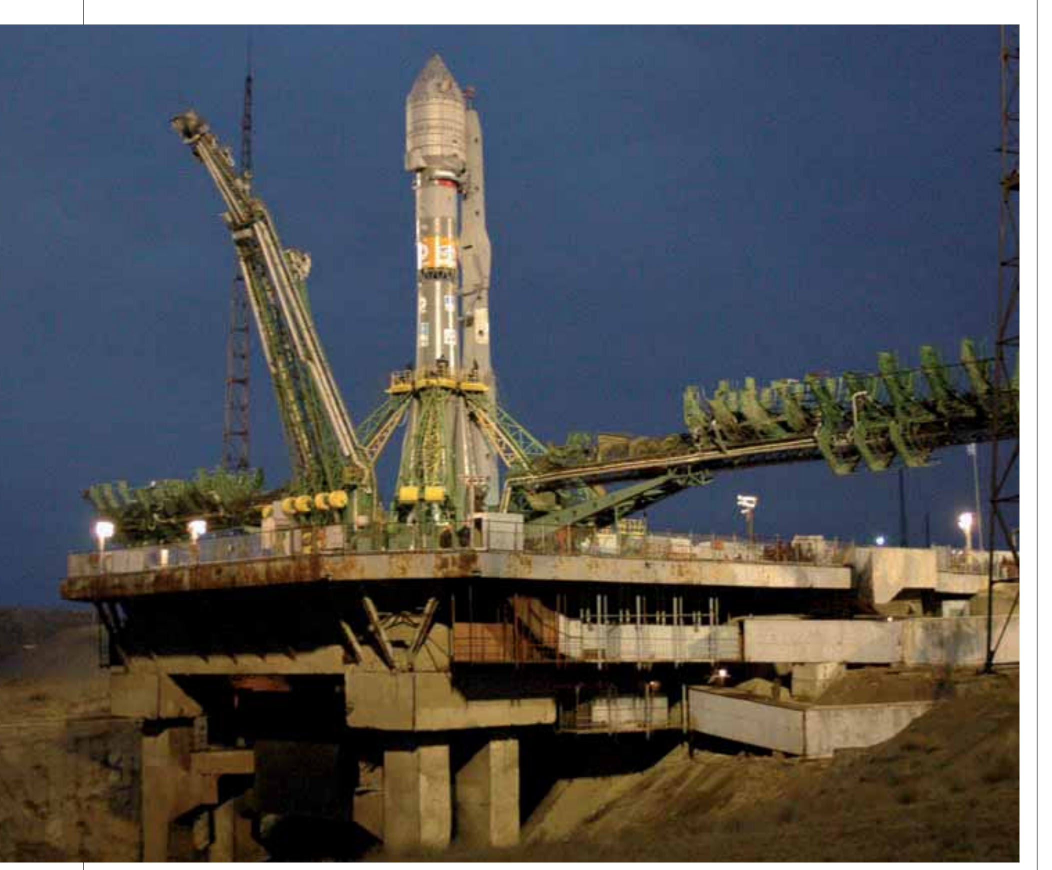


Figura 6. Launch of the GIOVE-A satellite. Foto: ESA.

Los Centros de Control de Galileo (GCC) se instalarán en territorio europeo y se encargarán del control de la constelación y de todos los aspectos relacionados con la misión de navegación. Al igual que en EGNOS las medidas recogidas por las estaciones de monitorización se envían a los Centros de Control de Galileo utilizando redes de comunicaciones seguras y redundantes. Con estas medidas el Centro de Control de Galileo se encargará del cálculo de las efemérides precisas de los satélites Galileo, del sincronismo de todos los relojes del sistema y de calcular el mensaje de integridad. Esta información se enviará a los satélites a través de las estaciones de seguimiento distribuidas por todo el mundo y a su vez los satélites se encargarán de diseminar esta información a los usuarios junto con la señal de navegación.

Galileo garantizará una elevada disponibilidad del servicio e informará a los usuarios en un margen de seis segundos de fallos en cualquiera de los satélites. Esto permitirá el uso de Galileo para aplicaciones que impliquen riesgo de vidas humanas o que requieran un elevado nivel de garantía de servicio. El uso combinado de Galileo, GPS y GLONASS permitirá mejorar significativamente las prestaciones de navegación y la robustez del servicio.

Galileo ofrecerá los siguientes servicios a los usuarios:

• *Open Service*: se define para el mercado de aplicaciones de consumo. Proporcionara servicios de tiempo y posicionamiento gratuitos y será accesible a todos los usuarios equipados con un receptor Galileo, no será necesario ningún tipo de autorización. La precisión y disponibilidad serán superiores a la de los sistemas actuales y sus evoluciones previstas.

• *Safety of Life Services:* será ampliamente utilizado en aplicaciones de transporte en donde vidas humanas podrían ponerse en riesgo si las prestaciones del sistema de navegación se degradasen sin previo aviso. El nivel de prestaciones y disponibilidad será semejante al ofrecido en el *Open Service*. La principal diferencia será la integridad proporcionada para aquellas aplicaciones para las que la garantía de precisión es esencial.

• *Comercial Service*: su objetivo son aquellas aplicaciones demandadas por el mercado para las que sea necesario un nivel de precisión superior al que proporciona el *Open Service*. Proveerá servicios de valor añadido basados en el pago de una cuota de servicio. Este





Figura 7. Ejemplos de aplicaciones GNSS, pastoreo y trazabilidad de alimentos.

servicio se basa en dos nuevas señales que se añaden a las proporcionadas por el *Open Service*, señales que estarán protegidas por medio de encriptación.

• *Public Regulated Service*: Galileo es un sistema civil que proporcionará un acceso controlado y robusto para servicios y aplicaciones de carácter gubernamental. Este servicio lo emplearan fuerzas policiales, bomberos, militares, ambulancias, aduanas, etc. Algunos ejemplos de potenciales aplicaciones pueden ser el seguimiento del transporte de mercancías peligrosas, el cobro de peajes, el control de fronteras, etc.

• *Search and Rescue Service (SAR):* constituirá la contribución europea a la cooperación internacional en materia de salvamento y rescate. Proporcionará importantes mejoras a los sistemas existentes, incluyendo la recepción de mensajes de alarma en tiempo real (actualmente el tiempo medio de recepción de estos mensajes es de una hora), localización precisa de alertas, etc.

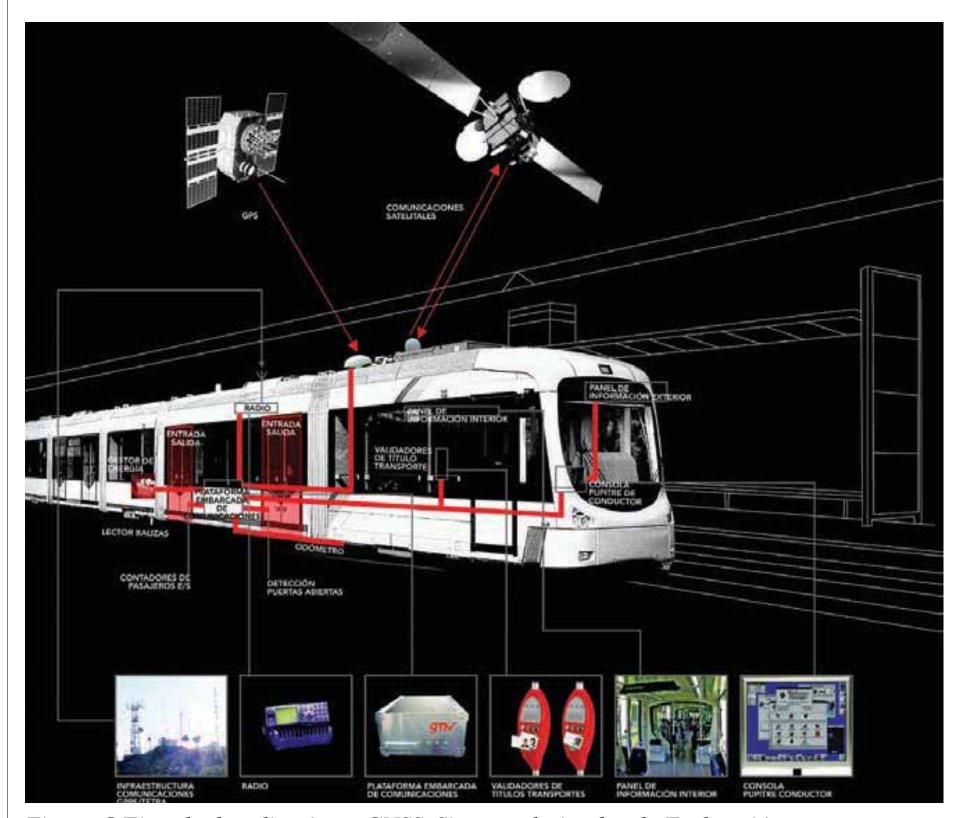


Figura. 8 Ejemplo de aplicaciones GNSS, Sistemas de Ayuda a la Explotación.

APLICACIONES

El mundo de las aplicaciones de la navegación por satélite está en continua evolución y nuevas aplicaciones aparecen día a día a medida que los sistemas continúan su evolución y los equipos mejoran sus prestaciones de posicionamiento, consumo, coste y tamaño.

Las aplicaciones (que no fueron previstas cuando se concibió el sistema) han ido surgiendo gracias a:

• el desarrollo de nuevas tecnologías GNSS (por ejemplo GPS diferencial)

• el desarrollo de las tecnologías adyacentes (en particular comunicaciones)

• el abaratamiento de receptores, otros equipos y comunicaciones

• y sobre todo… a la imaginación sin límites de las personas

A día de hoy existen un numero importante de aplicaciones que podrían clasificarse de la siguiente forma:

• Transporte
• Energía
• Finanzas y seguros
• Agricultura y pesca
• Navegación personal
• Militares y servicios gubernamentales
• Salvamento y rescate
• Gestión de crisis
• Gestión medioambiental
• Turismo

Aplicaciones que cubren desde el clásico navegador a bordo de un vehiculo para indicarnos la ruta a seguir a aplicaciones de trazabilidad de alimentos, guiado de ciegos, pastoreo, gestión de flotas, navegación marítima y aérea, etc.

50 años de satélites de comunicaciones: de la carrera espacial a la aldea global

Antonio Abad Martín
Ingeniero Aeronáutico

Heidelberg, octubre de 1957. Un tranvía corre calle abajo. El conductor hace sonar dos veces la campana para anunciar las paradas como acostumbra, pero grita un nombre desconocido –¡Sputnik, Sputnik! Es sábado, día 5 de Octubre de 1957. La gente reconoce el nombre del ingenio espacial que han anunciado los soviéticos. No son capaces de imaginar las consecuencias que se derivarían de este hito.

La noche anterior, en Barcelona, suena un teléfono en una habitación de hotel. Arthur C. Clarke, después de un día agotador de presentaciones en el 8º Congreso Astronáutico Internacional, se despierta y oye al otro lado de la línea a un periodista que le da la noticia y le pide un comentario:¡sus teorías y especulaciones se han hecho realidad!

Ni siquiera Sergey P. Korolev, Diseñador Jefe y Jefe de la Oficina de Diseño Experimental nº 1, cuando el 26 de mayo de 1954 remitió al gobierno soviético la solicitud para lanzar un satélite artificial de la Tierra, junto con el informe de Mikhail K. Tikhonravov, era capaz de anticiparlo. Como Tikhonravov reconocía en sus conclusiones: "Debemos notar que en el momento actual es imposible dar una lista completa de los problemas que pueden ser resueltos con la ayuda del satélite, ya que su creación nos introduce en una nueva e inexplorada región." En cualquier caso Tikhonravov ya identificaba aplicaciones en: radiación cósmica, teoría de la relatividad, física de la atmósfera, propagación de ondas de radio en la atmósfera, meteorología, geofísica, astronomía y defensa.

París, septiembre de 2007. Se celebra la Semana Mundial del Negocio del Satélite (World Satellite Business Week). Más de 500 ejecutivos de todo el mundo se dan cita, procedentes de todos los sectores de la industria de los satélites de comunicaciones: operadores, fabricantes de satélites, proveedores de servicios de lanzamiento, representantes de agencias espaciales, bancos e inversores privados, y aseguradores. Se otorgan los premios anuales a la Excelencia en la Gestión de Satélites 2007. Entre los ganadores de este año en su categoría correspondiente destacan:

- SES, como Operador de Servicio Fijo por Satélite, e
- Hispasat, como Operador Regional.

Han pasado 50 años entre estas imágenes. Lo que comenzó como una aventura para buscar los límites del hombre, alimentada por la rivalidad de las dos potencias de la guerra fría y que dio lugar a la "carrera espacial", hoy se ha convertido, al menos en parte, en una industria comercial dentro del sector de las comunicaciones, que contribuye de manera relevante a lo que llamamos "la aldea global".





EVOLUCIÓN

El lanzamiento del Sputnik-1 el día 4 de octubre supuso el comienzo de las actividades orbitales y es generalmente considerado el inicio de la "era espacial", si se acepta tal término. En cualquier caso, a pesar de que el Sputnik-1 fue sólo una reacción rápida, reduciendo los planes iniciales, para adelantarse a los de los americanos (que finalmente pusieron en órbita el Explorer-1 en enero de 1958), de la experiencia surgieron las dos líneas fundamentales de la utilización del espacio por el hombre: la exploración espacial, pues el vuelo sirvió para recopilar datos de temperatura del interior de la nave que, posteriormente, permitieron el posterior vuelo de la perra Laika, y la utilización del espacio para aplicaciones terrestres.

El Sputnik-1 llevaba sendos transmisores que emitían señales en dos frecuencias distintas las cuales, tras una intensa campaña del gobierno soviético indicando el procedimiento a seguir, fueron captadas por numerosos radioaficionados del mundo como un chorro de "bip-bips", validando así el concepto de transmisión de señales desde el satélite a la tierra simultáneamente sobre todo el área de cobertura.

A partir de ahí, se sucedieron diversos lanzamientos de satélites rusos y americanos hasta que, en el año 1964, se colocó en órbita geoestacionaria el Syncom-3 construido por la empresa norteamericana Hughes. Este satélite se situó en la posición geoestacionaria de 180º Este, sobre la Línea internacional de cambio de fecha. El Syncom-3 se utilizó ese mismo año para transmitir los Juegos Olímpicos de Tokio, realizando la primera transmisión de televisión sobre el océano Pacífico. En ese mismo año se creó la organización internacional de satélites INTELSAT que, con el Intelsat-1 "Early Bird", inició sus operaciones en 1965.

En los años siguientes a la constitución de INTELSAT, tuvo lugar el nacimiento de diversas organizaciones internacionales vinculadas a las telecomunicaciones espaciales. Éste es el caso de Intersputnik, EUTELSAT e INMARSAT.

La Organización Internacional de Comunicaciones Espaciales Intersputnik se creó en 1971 entre la URSS y 8 antiguas repúblicas socialistas como respuesta a INTELSAT para el desarrollo y uso común de los satélites de comunicaciones.


Amazonas

La organización europea de satélites de comunicaciones EUTELSAT se constituyó en 1977 como organización intergubernamental para desarrollar y operar infraestructura de satélites de comunicaciones en Europa. Su primer lanzamiento se realizó en 1983.

En 1979 se creó la organización de satélites marítimos internacionales INMARSAT para establecer una red de comunicaciones para la comunidad marítima. Posteriormente, su objetivo se amplió para cubrir todo lo que fueran comunicaciones móviles.

En estas organizaciones internacionales, la propiedad y las inversiones se distribuían entre los signatarios de acuerdo con el uso del satélite. A partir del año 2000, pasaron a constituirse en empresas privadas heredando las flotas de satélites que les correspondían, dando así lugar a grandes operadores de satélites.

Además de estas organizaciones, con la creación de los satélites geoestacionarios se pusieron en marcha diversos operadores locales y regionales: Telesat de Canadá en 1972, Western Union y RCA de EEUU en 1974 y 1975 respectivamente y PT Satelit en Indonesia en 1976, fueron los primeros de una larga lista.

Panamsat, fundado en 1984, rompió el monopolio de INTELSAT al convencer al Congreso norteamericano para que le autorizara a operar globalmente, compitiendo con las organizaciones internacionales de satélites.

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SERVICIOS DE SATÉLITE

Hoy en día el satélite constituye una herramienta habitual dentro de los sistemas que se utilizan para comunicarse. Generalmente no es un elemento aislado, sino que participa integrado en las redes de comunicaciones terrestres, complementando estas infraestructuras en aquellas zonas a las que no llegan o son menos eficientes. Las aplicaciones de los satélites de comunicaciones se agrupan en: transmisión de televisión, redes de telecomunicaciones y acceso a Internet y servicios multimedia (denominados genéricamente "banda ancha").



Pruebas de Campo Compacto de Hispasat 1D

Transmisión de Televisión

Televisión Directa al Hogar

La difusión de señales (transmisión desde un punto a todo un área de cobertura simultáneamente) es la utilización natural del satélite ya que permite transmitir contenidos a todos los puntos (obsérvese que todos los puntos quiere decir "todos", habitados o no, campo o ciudad) de un área geográfica. Por ejemplo, en una cobertura que cubriera toda Europa un satélite de comunicaciones podría transmitir 2 ó 3 Gigabits por segundo es decir, más de 1.200 canales de televisión simultáneos o bien la transmisión de una película en calidad DVD en 2 segundos.

La televisión directa al hogar es, hoy por hoy, una de las aplicaciones más importantes de los satélites de comunicaciones. Posibilita al usuario para recibir directamente en su casa, utilizando una estación receptora, más de 100 canales simultáneos, lo que ha permitido el desarrollo de la televisión de pago, sobre todo en Europa donde la televisión por cable nunca ha llegado a desarrollarse.

Distribución de Televisión

El satélite no es sólo un competidor de los medios terrestres de difusión de televisión. Es igualmente un complemento, porque facilita el transporte de las señales de televisión hasta los centros re-emisores locales de manera muy eficiente. Así por ejemplo, para que las señales de televisión lleguen a las casas en las antenas de UHF/VHF, los centros de producción envían la señal al satélite y ésta se recibe en los centros re-emisores locales, que la transmiten en UHF/VHF a los hogares.

Por otra parte, el satélite es un magnífico complemento para garantizar la cobertura del 100 % del territorio, ya que para los sistemas terrestres es extremadamente ineficiente y caro desplegar una infraestructura que cubra totalmente un país, especialmente si la orografía es compleja.

Contribución de Televisión

Los satélites nos permiten también ver en tiempo real lo que sucede en cualquier lugar del mundo ya que, con una estación relativamente sencilla y transportable en un vehículo, es posible transmitir señales a los centros de producción y desde ahí distribuirlas a todos los hogares. Así, los eventos deportivos, los resultados de las elecciones locales, las catástrofes y demás acontecimientos, se pueden seguir en los hogares en el mismo momento en el que están sucediendo.

Redes de Telecomunicaciones

Redes VSAT

Las redes VSAT son redes de estaciones de satélite que permiten comunicarse entre sí a un conjunto de puntos separados geográficamente. Estas redes pueden tener topologías malladas o en estrella, según todas las estaciones puedan comunicarse a través del satélite directamente o tengan que

pasar por un nodo central o estación maestra, respectivamente.

Si bien alguna de las aplicaciones que se describen posteriormente se podrían encuadrar aquí, esta terminología se mantiene en la actualidad para aplicaciones que no usan el "protocolo de Internet" (IP), es decir no relacionadas con el acceso a Internet y redes multimedia de conectividad IP. En la medida en que el mundo IP se va imponiendo, las aplicaciones de este tipo están migrando hacia aplicaciones de banda ancha que más adelante se comentan.

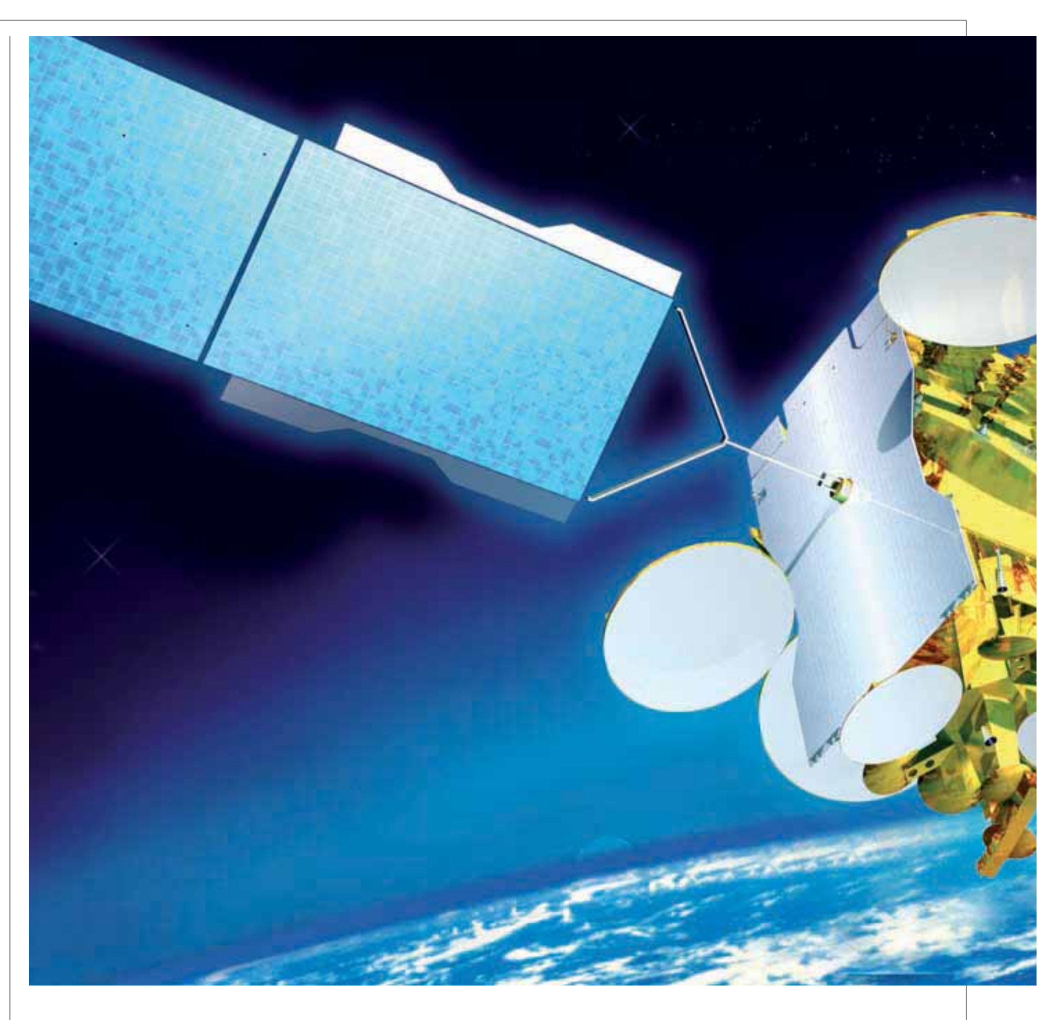
Distribución de Datos

Las redes de distribución de datos son redes con una estación transmisora y múltiples estaciones receptoras. La estación transmisora envía los datos al satélite y éste los transmite a su vez a los terminales receptores que reciben simultáneamente los datos. Este tipo de redes son muy utilizadas por empresas que cuentan con ubicaciones y centros de trabajo dispersos geográficamente y que requieren mantener datos sincronizados. Así por ejemplo, estas redes se usan para mantener actualizadas las bases de datos de precios y/o productos, o bien para distribuir la edición de periódicos a centros regionales/locales de impresión.

Enlaces Punto a Punto y troncales

Los enlaces punto a punto consisten en la conexión de dos estaciones transmisoras/receptoras estableciendo un enlace. El satélite es un sistema fundamental cuando estos puntos se encuentran fuera de la cobertura de las redes terrestres, o bien como sistema de respaldo a otros enlaces, o bien cuando se quiere garantizar la disponibilidad del enlace, independientemente de los operadores locales de infraestructura terrena.

Asimismo, el satélite se utiliza para enlaces punto a punto entre redes de infraestructura terrena, denominados en este caso troncales, para dar respaldo a los sistemas terrestres o incluso submarinos, o para desplegar infraestructura de manera muy rápida en caso de fallo de los sistemas terrestres. También en casos de catástrofes naturales o emergencias como el huracán Katrina, cuando la ciudad de Nueva Orleans se quedó prácticamente sin infraestructura de comunicaciones durante una emergencia: el satélite fue un elemento fundamental para todas las operaciones de rescate y recuperación.



Banda Ancha: Acceso a Internet y Servicios Multimedia

Acceso a Backbone de Internet

Como aplicación derivada de los enlaces troncales, el satélite permite conectar mediante enlaces punto a punto, en cualquier parte del mundo donde no haya la suficiente infraestructura terrestre, a los proveedores de servicios de Internet locales con la red básica de Internet.

Acceso Directo a Internet

El satélite proporciona y garantiza el acceso directo a Internet del usuario desde cualquier punto situado dentro del área de cobertura del satélite, con independencia de donde se encuentre, lo que le convierte en una herramienta fundamental para reducir la llamada "brecha digital".

Los usuarios fuera de las zonas de cobertura de ADSL y de telefonía de tercera generación 3G pueden conectarse a Internet utilizando una pequeña estación transmisora/receptora que, vía satélite, les conecta con un proveedor de servicio que proporciona la conexión en cualquier parte.

Servicios Multimedia - Amerhis

En paralelo con el desarrollo de los servicios de acceso a Internet y gracias al gran desarrollo de equipos basados en IP, se han desarrollado nuevos servicios de multimedia por satélite que facilitan la transmisión de vídeo, voz y datos en redes de comunicaciones por satélite.

Dentro de estos sistemas es de especial interés el sistema Amerhis, desarrollado en España por Thales Alenia Space España junto con Hispasat. En la actualidad, el sistema Amerhis se encuentra embarcado en el satélite Amazonas, operado por Hispasat. Amerhis contribuye al desarrollo de


Astra 3B

redes malladas con estaciones pequeñas de bajo coste, que permiten desarrollar nuevas aplicaciones de videoconferencia y voz sobre IP, a la vez que dotan de una gran flexibilidad al satélite, constituyendo una auténtica central de conmutación embarcada.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE SATÉLITES

Operadores

Existen en la actualidad 2 grandes operadores de satélites con cobertura global: Intelsat y SES. Intelsat es fruto de la fusión de la antigua organización internacional de satélites con la empresa Panamsat. SES se formó tras la integración de la europea SES Astra y la norteamericana GE Americom y ha adquirido New Skies (antiguo spin-off de Intelsat) y Sirius de Suecia.

Por otra parte, hay operadores de ámbito regional en diversas partes del mundo. Así, Eutelsat es en la actualidad un operador comercial de ámbito fundamentalmente europeo, derivado de la antigua organización internacional. Hispasat es la octava compañía del mundo por ingresos, con una posición de liderazgo en los mercados español y portugués. Telesat es un operador canadiense que está en proceso de fusión con la norteamericana Loral Skynet. JSAT es un operador relevante en el mercado japonés y sudeste asiático, StarOne es un operador local en Brasil. Singtel Optus es un operador australiano con presencia en el sudeste asiático. RSCC es el operador dominante en Rusia.

Otros operadores regionales de menor tamaño son: SCC de Japón, Arabsat de Arabia Saudí, Shin Satellite de Tailandia, Korea Telecom, Asiasat de Hong Kong, Telenor de Noruega y otros.

Por último, hay una serie de operadores integrados verticalmente, especialmente en el sector de difusión de TV y radio, como son los norteamericanos DirectTV, Echostar y XM Radio y Sirius Radio.

Fabricantes de satélite

Existen en la actualidad cinco fabricantes mundiales de satélites de comunicaciones: dos europeos: EADS Astrium y Thales Alenia Space y tres norteamericanos: Boeing Satellite Systems, Lockheed Martin Comercial Satellite Systems y Space Systems Loral. Todos ellos tienen capacidad para desarrollar satélites de 2,5 a 6,5 toneladas de masa de lanzamiento con potencias de 4 a 14 kW y en algunos casos hasta 18 a 20 kW.

Recientemente, se ha incorporado a este grupo Orbital Sciences que fabrica satélites pequeños, en el rango de 1,3 a 3 toneladas de masa de lanzamiento y hasta 6 kW de potencia. En Europa, OHB de Alemania está desarrollando una plataforma de capacidades similares para el año 2011.

En Rusia hay al menos tres fabricantes que, si bien no están en el mercado mundial, tienen capacidad para desarrollar satélites de telecomunicaciones y los fabrican para su mercado nacional: NPO-PM, Krunichev y RSC Energia.

Finalmente, China e India, aunque no tienen una presencia todavía en el mercado mundial, están empezando a

consolidar una importante industria de satélites de telecomunicaciones. La Organización para la Investigación Espacial India (ISRO) ha desarrollado una plataforma de satélite que, además de en India, se está comercializando para desarrollar pequeños satélites en Europa. China por su parte, a través de la Academia de Ciencia y Tecnología China (CAST) aparte de sus programas nacionales, está desarrollando nuevos satélites para Nigeria y Venezuela. Asimismo, hay otros fabricantes menores como los israelíes de IAI, que son básicamente de ámbito local.

Lanzadores

Para situar los satélites en órbita es necesario disponer de un lanzador con capacidad suficiente para colocarlo en una órbita de transferencia geoestacionaria (GTO) desde la que el satélite realizará las operaciones de puesta en órbita geoestacionaria (LEOP). Esto es lo que se denomina acceso al espacio.

Existen 4 empresas a nivel mundial que ofrecen servicios de lanzamiento de satélites en GTO. Arianespace es una empresa europea que comercializa el lanzador europeo Ariane 5 y el ruso Soyuz, que se comenzará a lanzar el año 2009 desde la base de lanzamiento de Kourou en la Guayana Francesa. La norteamericana Lockheed Martin Comercial Launch Services comercializa el lanzador Atlas V, e Internacional Launch Services y Sea Launch, también norteamericanas, comercializan los lanzadores rusos Proton, que se lanza desde Baikonur (donde se lanzó el Sputnik), y Zenith-3 respectivamente, que se lanza desde la plataforma marina Odissey (la plataforma se sitúa en el ecuador para hacer el lanzamiento más efectivo). Sea Launch ha anunciado para el año 2008 el lanzamiento del Zenith-3 desde Baikonur con el nombre de Land Launch.

Otras empresas con presencia más local o en proceso de acceder al mercado mundial, son la japonesa Mitsubishi Heavy Industries, que comercializa el H-IIA lanzado desde la base de Tanegashima en Japón, la empresa india Antrix, que comercializa el lanzador GSLV, y la empresa Corporación de Industrias de la Gran Murakka China (CGWIC), que comercializa el lanzador Long March. Este último tiene el inconveniente de tener un uso muy limitado por las restricciones de exportación de equipos norteamericanos, que tienen limitada su utilización con este lanzador. Por ello, se han desarrollado en algunos casos versiones de las plataformas de satélites excluyendo los equipos de fabricación norteamericana, para permitir el uso de este lanzador.

Por otra parte, la empresa norteamericana SpaceX está desarrollando el Falcon, un lanzador cuya versión media, Falcon 9, se espera que esté disponible en el año 2009.

PREVISIONES

Televisión de Alta Definición

A pesar de que no existe un estándar completamente definido, las experiencias de televisión de alta definición (HDTV) están consolidando lo que parece que va a ser un segmento "premium" en el mercado de la televisión de pago. El hecho de que se requiera una capacidad de comunicación mayor, hace que la solución más lógica sea implementarla en el satélite. Es por tanto posible que en el futuro la HDTV se incorpore de manera regular al catálogo de servicios por satélite y dé lugar a un aumento de la demanda de capacidad.

Banda Ancha

Es previsible que los servicios de banda ancha por satélite sigan con un ritmo de crecimiento sostenido en la medida en que su demanda siga creciendo, especialmente en las zonas rurales. La posibilidad de que el satélite entre masivamente en estos servicios en zonas residenciales dependerá de que los ingenieros sean capaces de desarrollar nuevos satélites mucho más eficientes que los actuales (probablemente en banda Ka), que permitan reducir drásticamente el coste del Megabit por segundo hasta competir con el ADSL. El operador norteamericano WildBlue ha hecho una importante apuesta en este sentido.

Multimedia a Móviles

En la actualidad se están empezando a realizar experiencias de televisión en los teléfonos móviles. Complementando las redes terrestres asociadas al desarrollo de estos terminales multimedia personales, el satélite puede jugar un papel relevante, apoyando la distribución de contenidos entre diversos centros de la red.

Por otra parte, el entretenimiento a bordo y acceso a Internet en trenes, barcos, aviones e incluso coches es un mercado prometedor en el que el satélite tendrá un papel significativo. De hecho ya se han realizado experiencias de acceso a Internet y de telefonía móvil en trenes, barcos e incluso aviones, aunque el uso comercial está aún por explotar.


Alphabus

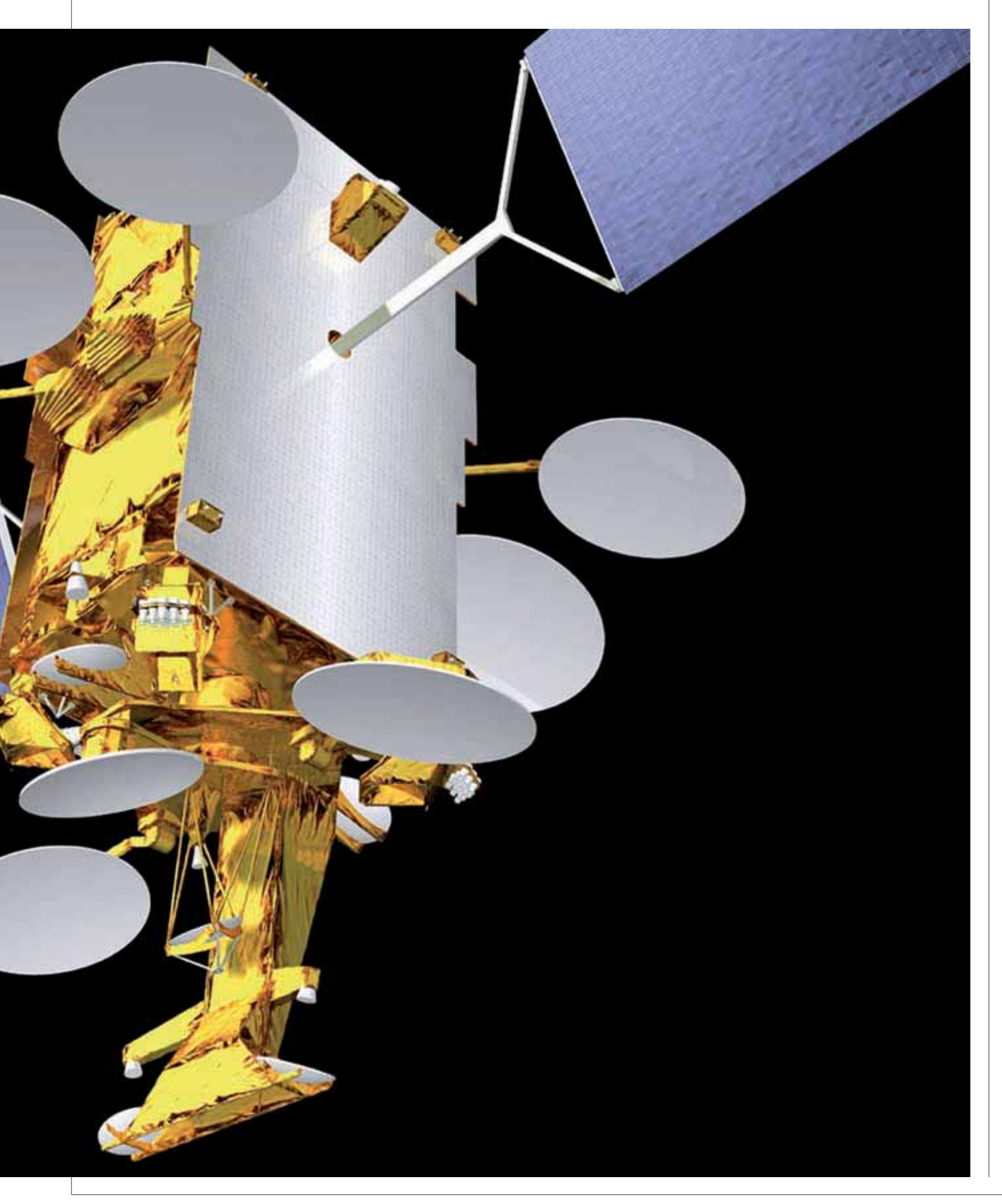
Televisión Digital

La digitalización de las señales de televisión va a hacer que en futuro próximo, todas las señales de televisión que se transmitan sean digitales. Esto tendrá un doble efecto: en aquellos operadores de satélite que aún transmiten señales analógicas supondrá una reducción de la demanda por la mayor eficiencia de las señales digitales; además, de cara a garantizar la cobertura del 100% del territorio, los satélites volverán a jugar nuevamente un papel fundamental llevando las señales a los puntos donde la red terrestre no llega.

Nuevas generaciones de satélites

En Europa se están desarrollando nuevas generaciones de satélites en los extremos de los rangos actuales de masa y potencia con objeto de ampliar la oferta. En el extremo superior del rango de la oferta se sitúa la plataforma Alphabus, por encima de las capacidades de los satélites actuales. En el otro extremo, la plataforma SmallGEO pretende capturar la demanda de satélites pequeños, por debajo del tamaño de los actuales.

Alphabus consiste en el desarrollo de una nueva generación de plataformas de satélite de alta potencia, compatible con nuevos lanzadores, 6 a 9 toneladas de masa de lanzamiento y una carga útil de muy alta potencia con múltiples antenas. Las misiones serán híbridas para difusión de TV y servicios fijos, aplicaciones multi-haz multimedia para acceso de banda ancha o para mercado de masas para difusión de datos multimedia a móviles. La plataforma es un desarrollo conjunto de EADS Astrium y Thales Alenia Space dentro del programa ARTES 8 de la Agencia Europa del Espacio (ESA).



SmallGEO surge de la identificación de un nicho de pequeños satélites de menos de 4 kW de potencia, cubierto actualmente por fabricantes americanos y la competencia de India y China. A la vista de que no había un producto europeo eficiente para competir a escala global, OHB inició las actividades de desarrollo, dentro del programa ARTES 11 de la ESA, para desarrollar el primer satélite.

Los satélites pequeños facilitan el acceso al espacio con una inversión reducida, permitiendo atender oportunidades de mercado pequeñas/limitadas y diversificar los riesgos de lanzamiento/en órbita. Para que sean interesantes para los operadores el precio por transpondedor de estos satélites debe ser similar al de los satélites de tamaño estándar; los calendarios deben ser reducidos frente a éstos (12 a 18 meses) manteniendo las prestaciones similares y los precios de lanzadores deben ser proporcionales a la masa de lanzamiento.

En Norteamérica, las nuevas generaciones de satélites vienen determinadas por los desarrollos conjuntos con el Departamento de Defensa, que definirán la futura oferta de productos de satélites de comunicaciones.

EPÍLOGO

La industria espacial de satélites de telecomunicaciones, que comenzó hablando de fronteras, órbitas y frecuencias, hoy día incluye términos de oferta, demanda, activos y retorno de la inversión.

Los satélites, que comenzaron siendo un motivo de orgullo nacional, hoy son un activo estratégico y una pieza clave de la infraestructura de comunicaciones de los países, dado que, con ellos, se puede tener acceso a toda la información en cualquier momento y en cualquier lugar.

Sólo podemos terminar, reconociendo como los pioneros que, para el futuro, cuando se cumpla el centenario del lanzamiento del Sputnik, “es imposible dar una lista completa de los problemas que pueden ser resueltos con la ayuda del satélite”. ■

Programas de teledetección

EMILIO CHUVIECO
Catedrático de Geografía, Universidad de Alcalá

La teledetección, traducción latina del término inglés *remote sensing*, hace referencia a la observación a distancia de la superficie terrestre, desde plataformas aéreas o espaciales. En sentido amplio, no sólo engloba los procesos que permiten obtener una imagen, sino también su posterior tratamiento, en el contexto de una determinada aplicación. Para que pueda producirse esa observación remota, es preciso que entre la Tierra y el sensor exista una interacción energética, ya sea por reflexión de la energía solar o de un haz energético artificial, ya por emisión propia. A su vez, es preciso que ese haz energético recibido por el sensor sea almacenado convenientemente, bien a bordo del satélite, bien en las estaciones receptoras, de cara a que pueda interpretarse para una determinada aplicación. En definitiva, un sistema de teledetección incluye los siguientes elementos (Chuvieco, 2002: figura 1): fuente de energía, cubierta terrestre, sistema sensor, sistema de recepción-comercialización, intérprete, y usuario final de la información.

Las primeras experiencias de teledetección se remontan a 1859, cuando Gaspar Félix de Tournachon obtuvo las primeras fotografías aéreas desde un globo cautivo. La importancia estratégica de este escrutinio quedó pronto en evidencia en la I Guerra Mundial, desarrollándose notablemente las técnicas de adquisición y procesado fotográfico. El segundo conflicto bélico implicó un notable desarrollo de las técnicas de teledetección aérea. El progreso se orientó a mejorar la óptica de las cámaras de reconocimiento, así como las emulsiones utilizadas. A mediados de los años 60 se inician las primeras experiencias de teledetección espacial, basadas en la adquisición de fotografías aéreas desde las misiones tripuladas: Mercury, Gemini-Titán y Apollo (figura 2). Estas misiones, junto al bagaje aportado por los satélites meteorológicos, hicieron concebir a la NASA proyectos dedicados exclusivamente a la cartografía y evaluación de los recursos naturales. El 23 de julio de 1972 supuso la culminación de esta tendencia, con el feliz lanzamiento del primer satélite de la serie ERTS (*Earth Resources Technollogy Satellite*). Este proyecto, bautizado Landsat con la puesta en órbita del segundo satélite en 1975, resulta el más fructífero hasta el momento para aplicaciones civiles de la teledetección.

Paralelamente a estas experiencias civiles, la teledetección militar seguía desarrollándose al abrigo de la guerra fría, ante la creciente necesidad de obtener información sobre instalaciones y movimientos de tropas y la también creciente complejidad del espionaje aéreo (especialmente desde el grave incidente que supuso el derribo de un avión norteamericano U-2 por Rusia en 1960). En 1958 se inició el programa de satélites CORONA, lanzado con éxito en 1960, a los que siguieron una larga lista de misiones de reconocimiento militar (ARGON, LANYARD, etc.). Estas plataformas han tenido un papel clave en las relaciones entre los bloques militares (Leghorn y Herken, 2001), si bien han sido completamente opacas a la utilización civil, hasta su desclasificación en 1995 (de las imágenes adquiridas entre 1960 y 1972).

En las últimas décadas las misiones de teledetección se han incrementado exponencialmente. A las agencias es-





Figura 2: Fotografía del Lago Chad (Africa) tomada por el Apollo-7 en 1968 (http://earthobservatory.nasa.gov/).

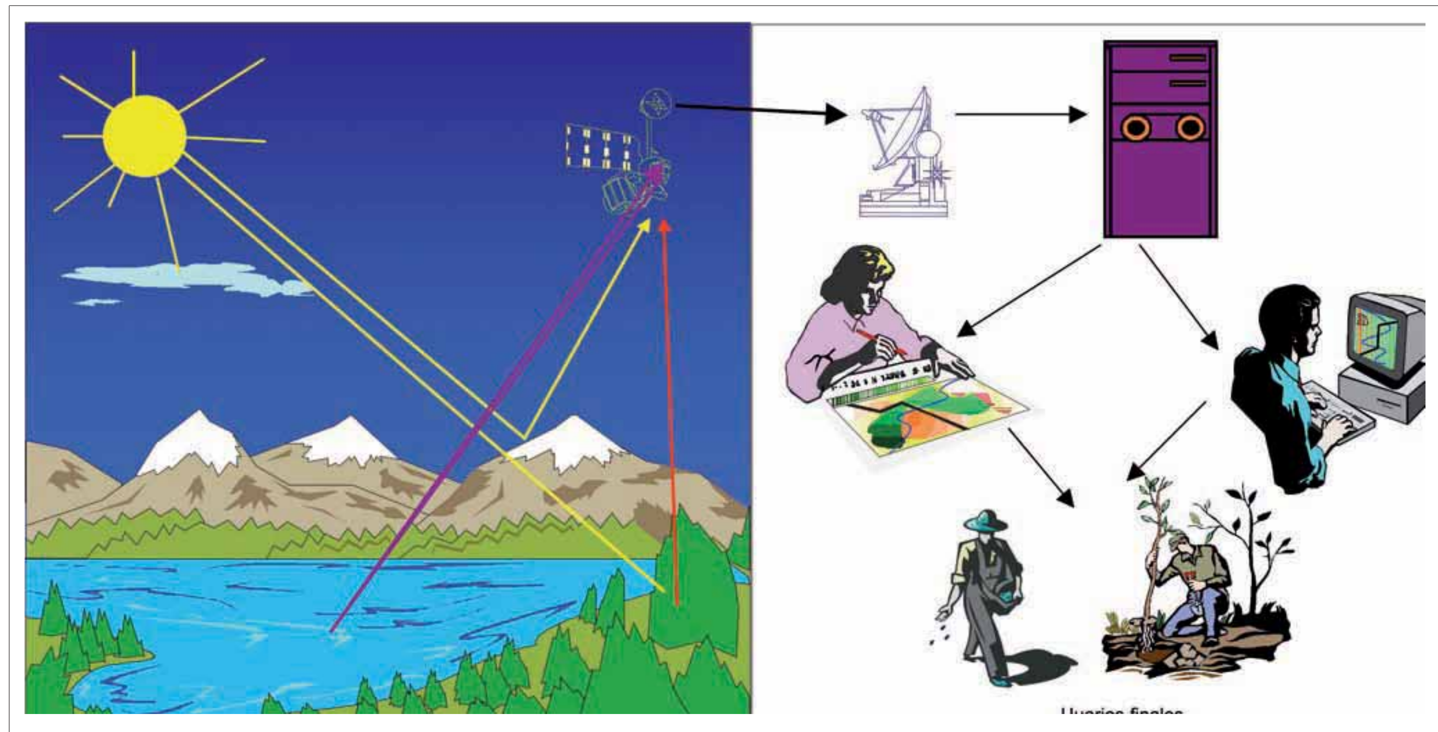


Figura 1: Diagrama con los componentes de un sistema de teledetección (adaptado de Chuvieco, 2002).

paciales con mayor experiencia en observación de la Tierra, se han unido otras que han aprovechado su desarrollo tecnológico y la reducción de costes en el diseño de sensores y vehículos de lanzamiento, lo que ha incrementado la disponibilidad de datos y permitido reducir costes de adquisición para el usuario final. Además, no podemos dejar de mencionar el creciente papel de la iniciativa privada, que ha constituido consorcios para diseñar y explotar satélites de teledetección (Quickbrid, Ikonos). Estos satélites comerciales de teledetección, aunque todavía escasos, se encuentran en la vanguardia de la tecnología y permiten apuntar un amplio crecimiento de sus aplicaciones operativas.

PRINCIPALES MISIONES DE TELEDETECCIÓN

Los sistemas espaciales de teledetección han crecido significativamente en la última década. Junto a los satélites de mayor tradición como el Landsat, SPOT, Meteosat o NOAA, se han lanzado otras misiones con un renovado enfoque de orientación ambiental. El programa Earth Observing System (EOS), de NASA, por ejemplo, ha puesto en órbita dos satélites (Terra y Aqua), que cuentan con numerosos sensores para la observación de procesos globales, todos ellos libremente accesibles a través de internet. Otros países se han incorporado al grupo de los que cuentan con sistemas de observación terrestre, así como consorcios privados que ven en la teledetección un ámbito de gran interés comercial. Si bien es difícil dar cifras precisas, se estima actualmente que hay más de 800 satélites en órbita, de los cuales unos 70 están orientados a la observación de la Tierra, a los que habría que añadir unos 60 de observación militar (Kramer, 2002). Entre los países que gestionan estos satélites, además de EE.UU. y la Agencia Espacial Europea (ESA), están Francia, Alemania, Reino Unido, Rusia, India, Japón, Canadá, Brasil, China, Argentina, Corea, Taiwán, Israel, Turquía, Nigeria, Argelia, e Indonesia (estos cuatro últimos a partir de desarrollos de la empresa británica Surrey Tech.). Pronto se unirán a esta lista otros países, entre los que se cuenta España, con el satélite Ingenio.

El gran interés que actualmente se evidencia hacia la investigación en temas de cambio global está contribuyendo a subrayar la importancia de la teledetección como fuente imprescindible de datos. La cobertura espacialmente exhaustiva, sistemática y global que realizan los satélites de teledetección resulta especialmente idónea para el análisis de muchos procesos globales (Chuvieco, 2007). Ahora bien, esa información requiere que sea consistente en el espacio y en el tiempo, que esté bien calibrada y que se refiera a series suficientemente largas, de cara a identificar cambios persistentes de otros efímeros (Goetz et al., 2006). En este sentido, uno de los retos que se plantea actualmente en teledetección es construir series de datos consistentes, especialmente a partir de imágenes Landsat y NOAA, dos de los satélites que más tiempo llevan funcionando. En este sentido vale la pena citar la serie de datos NOAA-AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) denominada PAL (Pathfinder AVHRR Land Data Sets: htttp:// daac.gsfc.nasa.gov/guides/GSFC/guide/avhrr_dataset.gd.shtml), con 8 km de resolución, que se extiende de 1981 a 1996, y la GIMMS (Global Inventory Modeling and Mapping Studies), también a 8 km, aunque solo referida a un índice espectral de vegetación y que cuenta con datos de 1981 a 2003.

LAS VENTAJAS DE LA OBSERVACIÓN ESPACIAL

La teledetección desde satélite cuenta con numerosas aplicaciones,

gracias a las ventajas que ofrece frente a otros medios de observación más convencionales, como la fotografía aérea o los trabajos de campo, aunque más que sustituirlos los complementa adecuadamente. Entre las ventajas de esta observación espacial, podemos destacar las siguientes:

Cobertura global y exhaustiva de la superficie terrestre

La teledetección espacial es una de las pocas fuentes de información propiamente globales, ya que los sistemas orbitales permiten tomar información de la práctica totalidad del planeta, en condiciones comparables (mismo sensor, similar altura). Esta dimensión global resulta de enorme trascendencia para entender los grandes procesos que afectan al medio ambiente de la Tierra (Chuvieco, 2007). Fenómenos que preocupan notablemente a la comunidad científica, y aún al hombre de la calle, como el deterioro de la capa de ozono, el calentamiento de la Tierra (figura 3), o los procesos de desertización, sólo pueden ser entendidos bajo una consideración global —el planeta en su conjunto—, para lo que necesitamos un sistema de información que abarque grandes espacios.

Perspectiva panorámica

La altura orbital del satélite le permite detectar grandes espacios, proporcionando una visión amplia de los hechos geográficos. Una fotografía aérea, escala 1:18.000 capta en una sola imagen un superficie aproximada de 16 km^2, que asciende a unos 49 km^2 en el caso de fotografías a mayor altitud (escala 1:30.000). Una imagen del sensor Landsat-TM nos permite contemplar 34.000 km^2 en una sola adquisición, llegándose hasta varios millones de kilómetros cuadrados los abarcados por una sola imagen del satélite meteorológico NOAA. Determinados fenómenos de gran radio de cobertura se pueden delimitar a partir de estas imágenes, siendo de difícil percepción para perspectivas más locales. El abombamiento de la Meseta española, por ejemplo, fue detectado a partir de las primeras imágenes Landsat que se obtuvieron de nuestro país (Alía et al., 1976), corrigiendo en parte la visión tradicional que se tenía de esta unidad del relieve. Sobre imágenes de satélite resulta más asequible la detección de algunas fallas, fracturas o contactos litológicos, lo que puede guiar en la localización de algunos recursos minerales (Short y Blair, 1986).

Observación multiescala

Los sistemas actuales de teledetección desde satélite ofrecen un amplio rango de cobertura espacial y nivel de detalle, desde los sensores de ámbito local (con precisiones en torno a 1m^2 y cobertura en el rango de pocos cientos de km^2), hasta los de ámbito global (con resoluciones de 1 a 5 km^2, pero que abarcan varios millones de km^2). Puesto que las variables físicas que obtienen del suelo son equiparables entre sistemas (reflectividad, temperatura...), si consiguiéramos relacionar estas distintas escalas entre sí, y esas variables con nuestro parámetro de interés (p.ej., clorofila en el agua o rendimiento del cultivo), podríamos utilizar las imágenes para extender las observaciones locales a ámbitos de estimación mucho más amplios. Por ejemplo, podríamos utilizar imágenes para extrapolar cálculos extraídos de un muestreo de temperatura o clorofila en el agua, índices de área foliar, o rendimiento del cultivo. Esta capacidad de extrapolar espacialmente las observaciones puntuales tiene gran importancia en el análisis de diversos fenómenos ambientales, ya que las relaciones entre variables pueden cambiar al modificarse la escala (Ehleringer y Field, 1993).

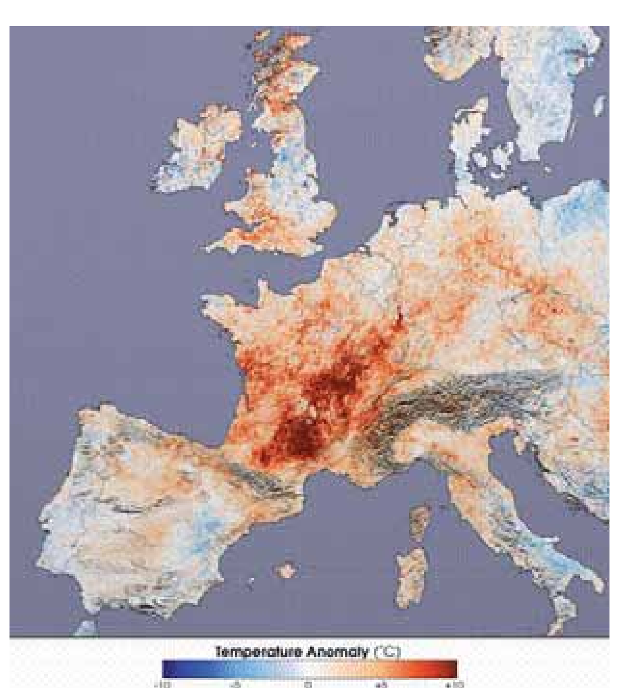


Figura 3: Anomalías térmicas registradas en Europa en el verano de 2003 (http://earthobservatory.nasa.gov/).

Información multiespectral

La observación en diversas bandas del espectro proporciona una valiosa información para discriminar cubiertas. Por ejemplo, a partir del infrarrojo térmico pueden detectarse corrientes marinas o focos anómalos de calor, mientras en el infrarrojo medio se puede determinar la humedad del suelo o la vegetación.

Cobertura repetitiva

Las características orbitales de los satélites de observación terrestre les permiten adquirir imágenes repetitivas de toda la Tierra en condiciones comparables de observación, lo que resulta idóneo para abordar estudios multitemporales (figura 4). Como sería el seguimiento de procesos de desertificación (Tucker et al., 1994), de inundaciones, la predicción de la escorrentía en coberturas de nieve, el seguimiento de la deforestación (Nelson, 1994), y, por supuesto, la dinámica de los fenómenos meteorológicos (Conway, 1997).

Esta relación de las ventajas que proporciona esta técnica no implica, naturalmente, que consideremos a la teledetección espacial como una panacea para detectar cualquier problema que afecte al medio ambiente. También presenta diversas limitaciones, como son las derivadas de la resolución espacial, espectral o temporal actualmente disponibles, que pueden no ser suficientes para resolver

un cierto problema. Por ejemplo, los estudios de morfología urbana hasta la llegada de los satélites comerciales de alta resolución estaban seriamente limitados, y todavía hay muchas otras aplicaciones que no son factibles con las características espectrales, temporales o espaciales de los sistemas actuales. Además, la cobertura de nubes puede reducir notablemente en algunas zonas la frecuencia temporal proporcionada por estos sistemas espaciales, restringiéndose la observación de esas áreas a la proporcionada por los sistemas de radar. Finalmente, es obvio que sólo será posible distinguir fenómenos que impliquen modificar la forma en que una cubierta radia energía. Por ejemplo, no pueden discriminarse sobre una imagen de satélite variables que se desarrollan en profundidad (como el perfil de un suelo).

TENDENCIAS RECIENTES

Entre las tendencias recientes en el desarrollo de misiones de teledetección está la coordinación entre misiones, que permite observar con más detalle procesos complejos. En esta línea se introdujo en los años noventa el concepto de constelación, que hace referencia a la reunión de varios satélites con órbitas similares que les permiten adquirir datos prácticamente a la misma hora de distintas zonas del planeta, facilitando así la interpretación múltiple de los datos observados. En este momento, existen dos constelaciones de satélites de teledetección gestionados por NASA (Parkinson et al., 2006). Se denominan constelación matutina (formada por el Landsat-7, EO-1, Terra y SAC-C, que pasan por el Ecuador, con muy pocos minutos de diferencia entre ellos, en torno a las 10.30 am y pm), y la vespertina (formada por los satélites Aura, Parasol, Calipso, CloudSat, Aqua y Oco, que pasan por el Ecuador en torno a las 1.30 am y pm). Ambas forman parte del programa EOS en donde participan también otras agencias internacionales.

Una segunda tendencia que viene observándose en los últimos años en teledetección es la incorporación de sensores más avanzados, que permiten enriquecer notablemente la información previamente disponible sobre determinados procesos ambientales. Por ejemplo, en el año 1999 se lanzó con éxito el primer satélite con alta resolución espacial (denominado Ikonos, con un píxel entre 1 y 4 m), que ha abierto aplicaciones antes reservadas a la observación aérea (catastro, crecimiento urbano, inventario forestales, etc.: Baker et al., 2001). El interés de llegar a resoluciones tan considerables ha estimulado la puesta en órbita de otros satélites de alta resolución espacial como el Quickbird, Orbiew-3, Eros-A, IRS-P6 o SPOT-5, con tamaños de píxel por debajo de los 2.5 m. Junto a la alta resolución espacial, también hay que valorar el aumento de la resolución espectral, que permite mejorar la estimación de variables biofísicas, como la clorofila y lignina en la vegetación, o la humedad y presencia de ciertos minerales en el suelo. El sensor más destacado en este sentido es el Hyperion, lanzado a bordo del EO-1 en el año 2000, que permite registrar 220 bandas espectrales de la misma zona con una resolución equivalente a la del Landsat-TM (30x30 m). Este sensor continua la labor que se venía desarrollando con sensores hiperespectrales aeroportados (Kumar et al., 2001). Un tercer ámbito de avance tecnológico es la mejora en los equipos radar, que permiten observar cualquier zona del planeta, independientemente de sus condiciones atmosféricas. La obtención de dos señales radar en tiempo muy cercano entre sí permite reconstruir variaciones de altura o movimientos terrestres con mucho detalle mediante diferencias de fase (Madsen y Zebker, 1998). En el año 2000 se embarcó en el *Space Shuttle* el primer experimento operativo de radar interferométrico, en este caso para generar modelos digitales de elevación con una resolución espacial de 30 m (http:// www2.jpl.nasa.gov/srtm/). Finalmente, no conviene olvidar otra tecnología que está teniendo un avance notable en los últimos años, el lidar, sensor activo como el radar, pero trabajando con luz polarizada. Los niveles de detalle obtenidos con sensores lidar aeroportados son realmente espectaculares, lográndose una descripción muy detallada de la estratificación vertical de la vegetación (Riaño et al., 2004). Su principal problema es el alto coste y la cobertura local. En 2003 se puso en órbita el primer satélite equipado con un sensor de estas características, pero orientado a medir acumulaciones de hielo y nieve, gracias a un sofisticado sistema de posicionamiento y medición de distancias (http:// icesat. gsfc.nasa.gov/index.ph). Su empleo para cartografía de la vegetación presenta notables complicaciones (Lefsky et al., 2005).

Una tercera línea de desarrollo de la teledetección en los últimos años, en cierta medida asociada a las anteriores, es la mayor accesibilidad de la tecnología a economías más modestas. La creciente miniaturización de los componentes facilita una reducción del peso de estos sensores y, en consecuencia, la posibilidad de embarcarlos en satélites más pequeños. Puesto que buena parte del coste de un satélite es su lanzamiento, estos micro-satélites reducen notablemente el coste de los convencionales, haciéndose posible a países de recursos limitados disponer de un satélite propio. Este sería el caso de Corea, Brasil, España o Chile. Hasta el punto, que se abre un mercado de diseño a la medida a terceros países, como ocurre con la empresa inglesa Surrey Tecnologies (http://www.sstl.co.uk/) que fabrica satélites de teledetección con una configuración estándar, con un coste inferior a los 30 millones de euros, garantizando un acceso más diversificado a la información territorial.

Finalmente, me parece interesante recalcar la importancia de contar con una mayor disponibilidad de datos, gracias a la facilidad para transmitir datos a través de la red y a la creciente convicción de que los datos generados por estas misiones tienen que ser públicos, desarrollándose servidores cartográficos dedicados a distribuir esta información. El ejemplo de las misiones MODIS (modis.nasa.gov) o el servidor de imágenes de Maryland (http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml).

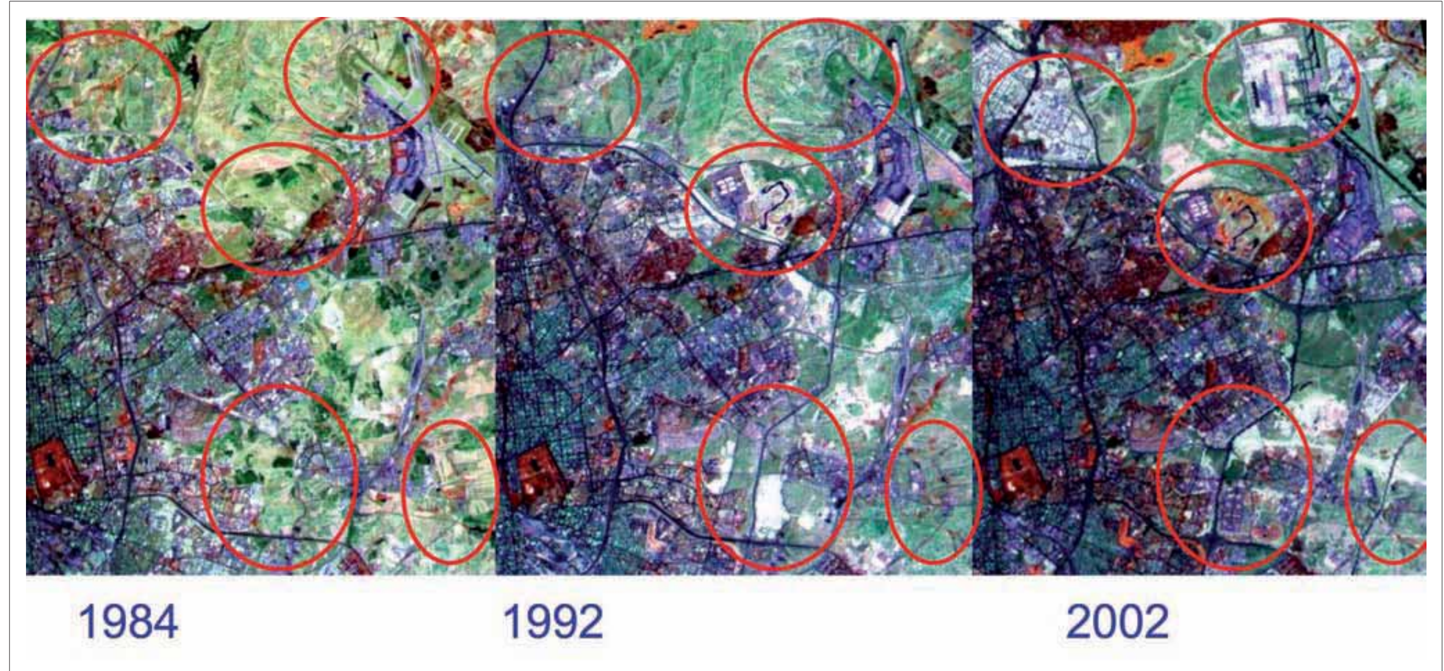


Figura 4: Cambios urbanos en la ciudad de Madrid entre 1984 y 2002 a partir de imágenes Landsat-TM/ETM.

En nuestro país, la teledetección se ha ido implantando a lo largo de la última década en la mayor parte de los planes de estudio universitarios de orientación ambiental, mientras crece el número de grupos de investigación activos en este tema, las empresas de consultoría y desarrollo tecnológico, y los congresos profesionales, canalizados a través de la Asociación Española de Teledetección (AET: www.aet.org.es). El desarrollo del satélite Ingenio, sin duda alguna, supondrá un renovado impulso de este panorama profesional. ■

REFERENCIAS

—Alía, M., C. Martín, A. G. Ubanell y L. Muñoz. 1976. *Determination by means of Landsat images of different geological structures in the central areas of the Iberian Plateau*. pp. 172-208 en R. Nuñez de las Cuevas, editor. Thematic Mapping, Land Use, Geological Structure and Water Resources in Central Spain. NASA Project 28760, Madrid.

—Baker, J. C., K. M. O'Connell y R. A. Williamson, editores. 2001. *Commercial Observation Satellites. At the leading edge of Global transparency*. RAND - ASPRS, Santa Monica.

—Conway, E. D. 1997. *An Introduction to Satellite Image Interpretation*. John Hopkins University Press, Baltimore.

—Chuvieco, E. 2002. *Teledetección Ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio*. Ariel Ciencia, Barcelona.

—Chuvieco, E., editor. 2007. *Earth Observation and Global Change*. Springer, New York.

—Ehleringer, J. R. y C. B. Field, editores. 1993. *Scaling Physiological Processes. Leaf to Globe*. Academic Press, San Diego.

—Goetz, S., G. Fiske y A. Bunn. 2006. *Using satellite time - series data sets to analyze fire disturbance and forest recovery across Canada*. Remote Sensing of Environment, Vol. 92:411-423.

—Kramer, H. J. 2002. *Observation of the Earth and its Environment. Survey and Missions and Sensors*. Springer-Verlag, Berlin.

—Kumar, L., K. Schmidt, S. Dury y A. Skidmore. 2001. *Review of Hyperspectral Remote Sensing and Vegetation Science*. pp. 1-52 en F. van der Meer, editor. Hyperspectral Remote Sensing. Kluwer Academic Press, Dortrecht.

—Lefsky, M. A., D. J. Harding, M. Keller, W. B. Cohen, C. C. Carabajal, F. D. Espirito-Santo, M. O. Hunter, R. de Oliveira y P. B. de Camargo. 2005. *Estimates of forest canopy height and aboveground biomass using ICESat*. Geophysical Research Letters, Vol. 32:doi:10.1029/2005GL023971.

—Leghorn, R. S. y G. Herken. 2001. *The origins and evolution of openness in overhead global observations*. pp. 17-36 en J. C. Baker, K. M. O'Connell, and R. A. Williamson, editores. Commercial Observation Satellites. At the leading edge of Global transparency. RAND - ASPRS, Santa Monica.

—Madsen, S. N. y H. A. Zebker. 1998. *Imaging Radar Interferometry*. pp. 359-380 en F. M. Henderson, and A. J. Lewis, editores. Principals and Applications of Imaging Radar. John Wiley & Sons, Inc., New York.

—Nelson, B. W. 1994. *Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon*. Remote Sensing Reviews, Vol. 10:105-125.

—Parkinson, C. L., A. Ward y M. D. King, editores. 2006. Earth Science Reference Handbook. *A Guide to NASA's Earth Science Program and Earth Observing Satellite Missions*. National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C.

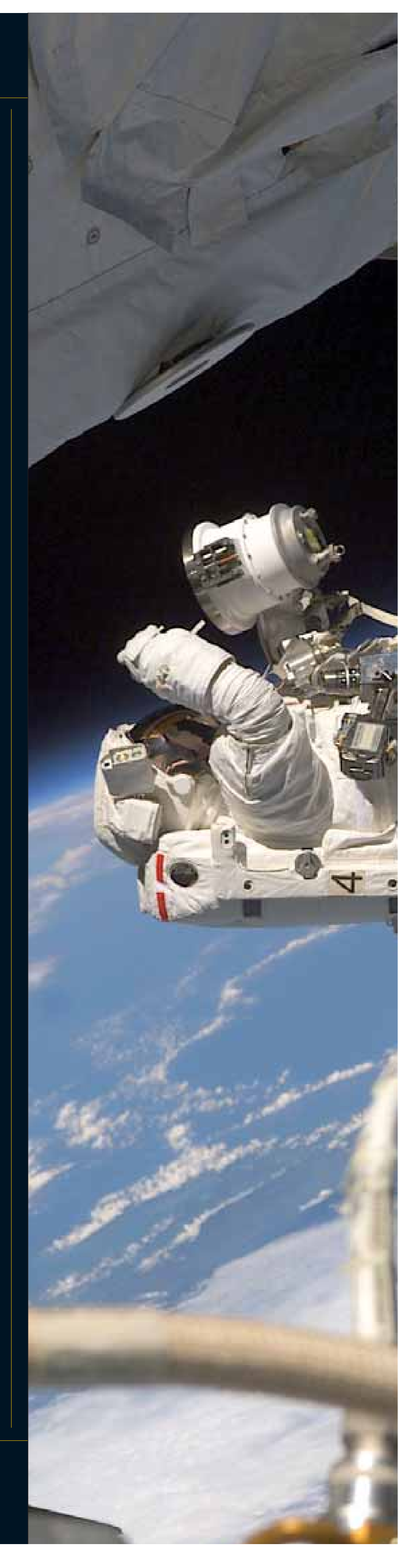
—Riaño, D., E. Chuvieco, S. Condés, J. González-Matesanz y S. L. Ustin. 2004. *Generation of crown bulk density for Pinus sylvestris L. from lidar*. Remote Sensing of Environment, Vol. 92:345–352.

—Short, N. M. y R. W. Blair, editores. 1986. *Geomorphology from Space*. NASA, Scientific and Technical Information Branch, Washington, D.C.

—Tucker, C. J., W. W. Newcomb y H. E. Dregne. 1994. *AVHRR data sets for determination of desert spatial extent*. International Journal of Remote Sensing, Vol. 15:3547-3565.

Retos de la medicina espacial en el siglo XXI

Mario Martínez Ruiz
Teniente Coronel Médico



INTRODUCCIÓN

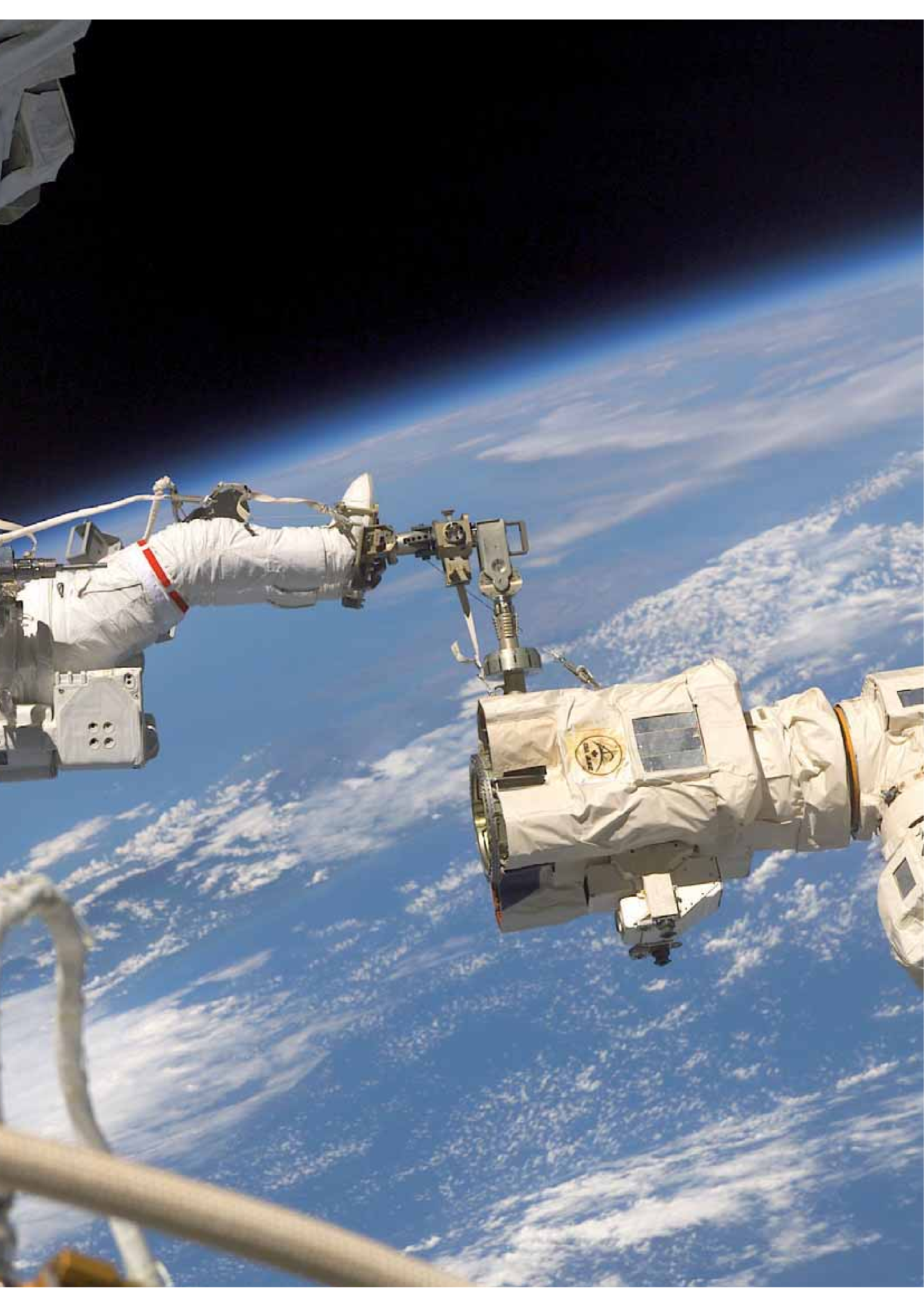
Decía Ortega y Gasset: *"Yo soy yo y mi circunstancia, y si no la salvo a ella no me salvo yo"* (tomado de *"Meditaciones del Quijote"*, 1914). Al contrario de lo que la mayoría cree, la frase la escribió Ortega en singular, y no en plural. Pues bien, también en la Fisiología Humana, y no sólo en la Filosofía, el pensamiento de Ortega es tan cierto como la vida misma. Podríamos aplicar la frase y afirmar que el ser humano es así porque vive en su entorno, en su ambiente, en su planeta Tierra. Y la segunda parte de la frase también sería cierta: si no salvamos nuestro medioambiente, nuestro planeta, tampoco nos salvaremos nosotros. Y todo esto, ¿por qué lo digo? Porque el hombre se ha adaptado a lo largo de la evolución a las condiciones medioambientales de la Tierra. La atmósfera, la gravedad, el ciclo del día y de la noche, el influjo solar y lunar, las radiaciones, los alimentos, los microorganismos,… han modelado al hombre hasta hacerlo dependiente de ellos para vivir.

Podríamos decir: *"Yo soy yo y mi planeta, y si no lo salvo a él no me salvo yo"*. El hombre necesita el entorno al que ha habituado su organismo para funcionar correctamente. Necesita respirar determinados gases atmosféricos, y no otros, necesita una presión atmosférica y una concentración de humedad determinadas. Necesita sentir la gravedad de la Tierra, y no otra, para caminar erguido, para que su sangre circule correctamente y para que sus huesos y músculos se encuentren activos. Necesita de los ciclos naturales del día y de la noche, para que sus hormonas y su sistema nervioso central funcionen correctamente y se adapten a la actividad y al descanso. Pero también necesita defenderse de las radiaciones nocivas del Espacio exterior, comer determinados alimentos o convivir con microorganismos conocidos.

Sólo es posible sobrevivir en otros ambientes, en un ambiente artificial como es el Espacio, si simulamos el ambiente terrestre en él. Y así es. El mejor tratamiento que la Medicina Espacial conoce para que el hombre en el Espacio no enferme es crearle un micro-ambiente lo más parecido al de la Tierra. De ahí que los esfuerzos vayan dirigidos a optimizar los gases que se respiran, a generar una gravedad artificial lo más parecida a la terrestre, a ejercitar los huesos y músculos, a adecuar la dieta a las características habituales, a preservarse de las radiaciones espaciales, a generar ciclos artificiales de luz y oscuridad, a protegerse contra posibles infecciones desconocidas, etc.

La vida sobre la Tierra ha evolucionado durante miles de millones de años bajo la fuerza constante de la gravedad. Elimina esa fuerza, y ocurrirán cosas extrañas. El cuerpo intenta adaptarse a las nuevas condiciones, cambiando de forma que puede ser dañina, especialmente cuando los astronautas regresen a la Tierra y sufran de nuevo el empuje de la gravedad.

Ahora vienen a mi memoria escenas de "2001: una odisea del Espacio", esa mítica película de Stanley

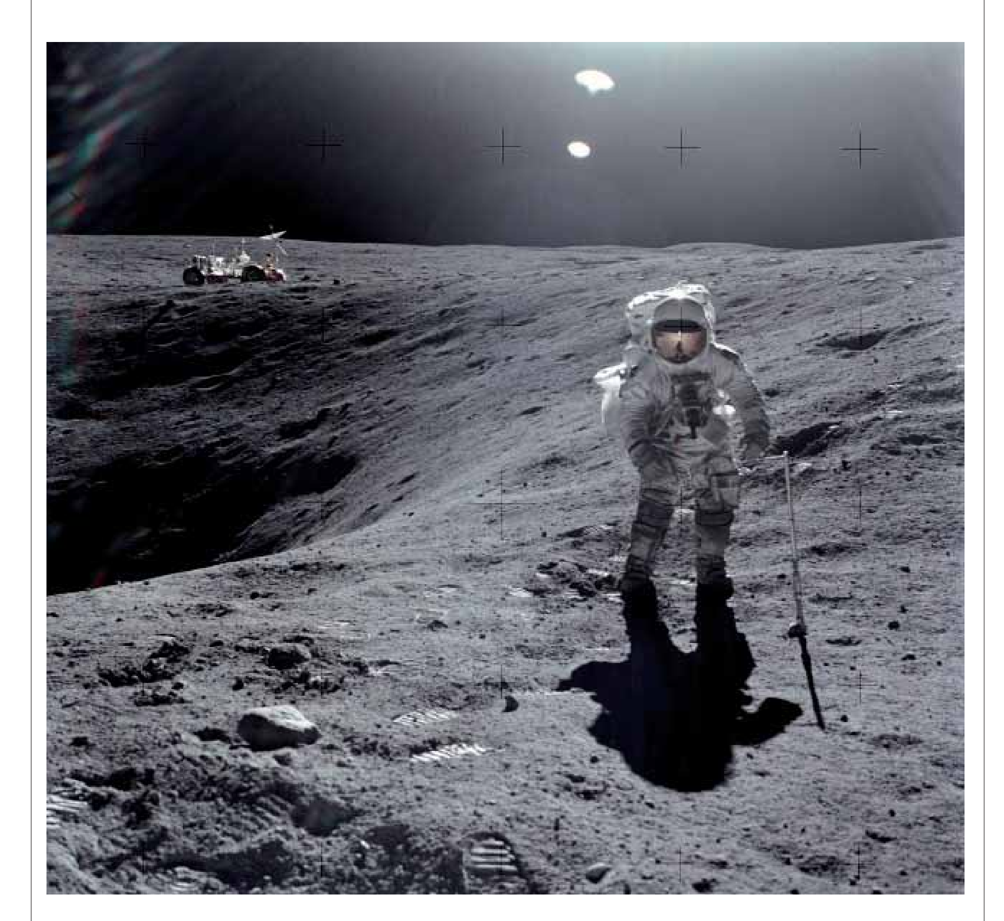


Kubrick, o de otras sucedáneas, en la que la estación espacial gira para generar gravedad y permitir que los tripulantes corran de forma ilimitada. La ficción se convierte en realidad.

LA MEDICINA ESPACIAL

Las misiones espaciales han sido el sueño de la humanidad durante años, pero se convirtieron en realidad en dos momentos estelares: en 1961, con Yuri Gagarin, el primer ser humano en orbitar la tierra a bordo de la nave Vostok 1; y en 1969, con Neil Armstrong, el primer ser humano en pisar la Luna en la legendaria misión del Apolo 11. Desde entonces, la actividad humana en el Espacio ha aumentado constantemente. Más de 200 personas han viajado ya al Espacio, y la duración de las estancias en el mismo ha progresado desde las 2 horas a más de un año. Ahora estamos entrando en una nueva era, la de la Estación Espacial Internacional del siglo XXI. Los que hasta ahora han ido al Espacio eran "astronautas" altamente especializados y cualificados; pero en el siglo XXI, los ciudadanos de a pie también podrán viajar y visitar puntos de interés o vivir en el Espacio. Sin embargo, antes de que el Espacio pueda convertirse en un lugar seguro y habitable, debemos solucionar muchos problemas. Para ello disponemos de una disciplina biomédica capaz de establecer las contramedidas para superar los efectos fisiológicos en el Espacio, y esa es la "Medicina Espacial".

Los cambios fisiológicos y patológicos en el proceso adaptante al espacio implican principalmente a los sistemas cardiovascular, óseo, muscular, hematológico e inmunológico; así como a los mecanismos propios del ambiente espacial, como son los movimientos y la radiación, sin olvidar los psicológicos derivados del aislamiento ambiental.



Efectos sobre sistema cardiovascular

Los seres humanos que viven en la Tierra son afectados por la gravedad. De hecho, cerca de dos tercios de nuestras actividades diarias las pasamos de pie o sentados. En estas condiciones, grandes cantidades de fluidos corporales, tales como la sangre, se depositan en la parte más inferior del cuerpo. El cuerpo humano se equipa con varios mecanismos para oponerse a la gravedad, con el fin de mantener suficiente flujo de la sangre al cerebro.

Nuestras venas, dotadas de unas válvulas internas que impiden el retroceso de la sangre a las partes más declives, ayudadas por la contracción de los músculos que las rodean, conducen la sangre desde nuestros pies al corazón y éste, con su vigoroso bombeo, la lanza al cerebro, a los pulmones y al resto del organismo. Esa es la regla fisiológica terrenal. Sin embargo, en el ambiente de microgravedad, la cantidad y la distribución de los fluidos corporales se alteran, quedando libres del efecto gravitacional. Este es el concepto del "cambio de fluidos".

Los astronautas conocen bien el edema facial, especialmente alrededor de los ojos, y la dilatación de las venas craneales, que aparecen precozmente durante el vuelo espacial. Los síntomas causados por los cambios de fluidos consisten en congestión nasal, dolor de cabeza, y sensación de cara hinchada, con aspecto facial "cara de luna llena". Debido a estos cambios de fluidos, en las primeras fases del vuelo espacial las venas más gruesas y centrales se dilatan, lo que es interpretado por el cuerpo como un incremento total del volumen circulante. Esto activa los mecanismos que se oponen al aumento de volumen sanguíneo, conduciendo a una pérdida significativa de agua.

A pesar de estos cambios de fluidos y de la pérdida consiguiente de masa corporal, que ocurren durante las primeras fases del vuelo espacial, el sistema cardiovascular termina por adaptarse al ambiente del microgravedad si el astronauta continúa permaneciendo en el Espacio. Sin embargo, de vuelta a la Tierra, el líquido cambia de posición rápida y nuevamente a las zonas más bajas del cuerpo, lo que causa una tendencia a desarrollar hipotensión y a padecer cuadros sincopales posturales, como en

los cambios que se producen al pasar de la posición acostado o sentado a la de pie. Técnicamente hablando, a este fenómeno se le denomina "intolerancia ortostática" o intolerancia a los cambios posturales.

Una contramedida lógica consiste en utilizar el denominado dispositivo de presión negativa en las zonas más bajas del cuerpo o LBNP (Lower Body Negative Pressure), a modo de "mono" de presión negativa, que sólo afecte a la mitad inferior del cuerpo. El LBNP proporciona una presión equivalente a la fisiológica, ya que crea una succión parecida a la gravedad de la Tierra en las zonas más bajas (es decir, las piernas y regiones abdominales). De esta manera, el LBNP se comporta como sustituto de la gravedad y del ejercicio vertical en la Tierra.

Otras medidas, como la ingestión de bebidas salinas isotónicas momentos antes del reingreso en la atmósfera terrestre y ciertos medicamentos, también han demostrado ser eficaces.

Tanto la intolerancia ortostática, como la pérdida de capacidad de ejercicio que ocurren después del vuelo espacial, están causados por cambios globales del sistema cardiovascular, es lo que se conoce como "descondicionamiento cardiovascular".

Efectos sobre el hueso

Los huesos son estructuras muy importantes para el mantenimiento de la locomoción y de la postura, bajo el influjo de la gravedad terrestre (1G). El cuerpo humano adulto tiene entre 1.000 y 1.200 gramos de calcio, y entre 400 y 500 gramos de fósforo. Más del 99 % del calcio, bajo la forma de hidroxiapatita, y el 85 % de fósforo están presentes en el tejido óseo. Dicho de otra manera, el tejido óseo, el hueso, es el mayor almacén de calcio y fósforo. Sin embargo, una vez que desaparece el estímulo gravitacional, el calcio y el fósforo del hueso se eliminan excesivamente en orina y heces.

Se estima que un 3,2 % de pérdida de masa ósea ocurre después de casi 10 días de ingravidez. La pérdida de calcio en orina puede producir cálculos urinarios que pueden causar dolor



cólico severo (cólicos nefríticos). Por otra parte, la disminución de la densidad del hueso conducirá a la fractura ósea (osteoporosis). Por lo tanto, las contramedidas son aquí igualmente necesarias.

Cuando se elimina la carga gravitacional, los huesos ya no sienten el esfuerzo o la tirantez que normalmente se experimenta aquí en la Tierra. Como resultado, los astronautas están supeditados a una acelerada velocidad de pérdida ósea, perdiendo entre un 1 y un 2 % de su pérdida de masa ósea por mes, o un 6 a 24 % por año. En contraste, la pérdida ósea en las mujeres con osteoporosis menopáusica, una condición caracterizada por una disminución en la densidad ósea y un aumento en la fragilidad y porosidad, es de un 3 a 4 % al año, y menos en hombres y mujeres con osteoporosis senil.

Una contramedida propuesta para prevenir pérdida del hueso es el ejercicio a bordo (programa de entrenamiento), principalmente con tapiz rodante o cinta sin fin y con bicicleta, por supuesto estática.

Para los futuros vuelos espaciales, está previsto utilizar suplementos alimenticios (con calcio, minerales y vitamina D) y medicamentos iguales o parecidos a los utilizados en la prevención de la osteoporosis posmenopáusica. De hecho, los avances en la investigación ósea, derivados de la Medicina Aeroespacial, contribuyen a la investigación sobre la osteoporosis, una enfermedad que está aumentando anualmente en la Tierra.

Efectos sobre el músculo

Durante el vuelo espacial, el cuerpo humano “flota” dentro de la nave espacial orbital. En este ambiente, los astronautas apenas pueden moverse y ejercitar sus músculos, a excepción de pequeños empujones contra la pared de la nave. Cuando el sistema muscular del esqueleto se encuentra expuesto a la microgravedad durante los vuelos espaciales, los músculos se someten a una reducción de masa que se convierte en una reducción en la fuerza y atrofia por desuso. Cuando esto sucede, la resistencia muscular disminuye y los músculos están más expuestos a una lesión, de forma que los astronautas podrían tener problemas al desempeñar actividad extravehicular, caminatas por el Espacio, o una salida de emergencia, porque sus cuerpos se encuentran funcionalmente en compromiso

Los músculos pueden ser clasificados de forma muy sutil en músculos antigravedad, que soportan el peso corporal, y otros músculos. Los primeros se componen de fibras musculares de contracción nerviosa lenta, y los últimos de fibras musculares de contracción rápida. Los cambios característicos que sufren los músculos en ambiente de microgravedad son la degradación rápida de los músculos antigravitatorios y la transformación de las fibras musculares de contracción lenta en fibras musculares de contracción rápida.

Dada las características de los músculos antigravedad, el ejercicio para prevenir la atrofia de éstos no consiste en el entrenamiento intensivo de corta duración (anaerobio), sino que se debe diseñar un programa de entrenamiento aeróbico, continuo y de larga duración, con el fin de perder menos del 30 % de la energía máxima. Los métodos de entrenamiento, sencillos pero con efectos máximos, deben formar parte de los programas de rutina en las estaciones espaciales del futuro.

En condiciones de ingravidez del Espacio, los astronautas a menudo experimentan alguna forma de dolor lumbar o lumbago. Esto es extraordinario puesto que en la Tierra el dolor de espalda se asocia con cargas vertebrales pesadas, especialmente como consecuencia de la gravedad. Los científicos, por tanto, han desarrollado la hipótesis de que el dolor lumbar podría desarrollarse sin compresión de las vértebras. La explicación del problema surge del hecho que la parte inferior de la columna vertebral, el hueso sacro, se encuentra entre los dos huesos de la cadera. Y una ‘faja muscular’ profunda juega un importante papel en este proceso, con los músculos tónicos posturales estando activados al levantarse por la mañana y desactivados al descansar. Se ha sugerido que este mecanismo protector no funciona en el Espacio. En el Espacio los huesos de los astronautas



pierden calcio y fuerza, sus músculos pierden masa: por tanto se piensa que la faja muscular profunda se atrofia durante el vuelo espacial, llevando a fatigar ciertos ligamentos, en particular en la región lumbar de la espalda causando como consecuencia dolor lumbar en los astronautas.

Enfermedad del movimiento espacial

Con el nombre de cinetosis, mareo cinético o mareo de los viajes se conoce al malestar experimentado cuando el movimiento percibido perturba los órganos del equilibrio (*Motion Sickness*), relacionado o producido por la aceleración y desaceleración lineal y angular repetitivas, como manifestación del síndrome de adaptación espacial.



Minutos u horas después de entrar en ingravidez, ciertos astronautas experimentan la cinetosis espacial, caracterizada por náuseas, vómitos, palidez, sudores fríos, exceso de salivación, hiperventilación y cefaleas. Entre un 60 y 75 % de los astronautas experimentan estos síntomas, que se repiten intermitentemente durante el primer o segundo día, pero que después desaparecen sobre el tercer a quinto día.

Para explicar el origen de estos mareos espaciales se han propuesto varias hipótesis. Los mecanismos básicos responsables de desarrollar la cinetosis consisten en la incongruencia entre las señales procedentes del sistema vestibular del oído interno y las provenientes de los receptores visuales, cutáneos, articulares y musculares expuestos a la microgravedad, aunque también se ha implicado a la teoría del cambio de fluidos.

En los años 60, el entrenamiento pre-vuelo, basado en la adaptación a la cinetosis mediante silla rotatoria, fue propuesto como medio para aumentar la tolerancia cinética por ciertos investigadores. Sin embargo, al no demostrar su eficacia espacial dejó de ser utilizada por la NASA. En el momento actual todavía se están investigando mejores contramedidas anti-cinetosis. El entrenamiento mediante retroalimentación o *"biofeedback"*, el entrenamiento de adaptación usando realidad virtual, y el entrenamiento de la inmersión en agua, son algunas de las medidas utilizadas hasta ahora.

El control y la prevención de estos síntomas en los viajes aéreos han incluido tratamientos farmacológicos (escopolamina o prometazina), conductuales y complementarios. De nuevo la investigación de la cinetosis espacial contribuye a la investigación del mareo y vértigo cinético en la Tierra.

Efectos sobre los sistemas hematológico e inmunológico

Una alteración significativa de los sistemas hematológico e inmunológico en microgravedad consiste en la transformación de los glóbulos rojos, hematíes o eritrocitos, el componente principal de la sangre. El 90 % de nuestros eritrocitos normales tienen una forma de disco bicóncavo. En ingravidez, algunos eritrocitos transforman y adoptan formas esféricas. Sin embargo, tales cambios son reversibles incluso después de una misión especial de larga duración.

La anemia, caracterizada por una disminución del número de eritrocitos, se observa a los cuatro días del vuelo espacial. El número de eritrocitos disminuye aproximadamente un 15 % después de un vuelo espacial de tres meses, con pocos síntomas, para después recuperarse tras el regreso a la Tierra.

El proceso anémico parece deberse a la una destrucción selectiva de eritrocitos jóvenes. Este proceso ha sido observado en astronautas como una respuesta adaptativa del organismo a la condición específica de falta de peso. En el Espacio, en ausencia de gravedad, la sangre que normalmente está contenida en las extremidades por la gravedad cambia a zonas centrales causando alta densidad de células rojas en los vasos sanguíneos en la parte alta del cuerpo; ello induce una respuesta que pretende restablecer la masa de eritrocitos mediante su destrucción selectiva, y causa a su vez una anemia temporal en los astronautas en los primeros días tras el aterrizaje. Este proceso, por tanto, es considerado como una respuesta natural a las condiciones ambientales específicas. Sin embargo, puede también ocurrir en condiciones patológicas, por ejemplo en una anemia en pacientes afectados de fracaso renal.

La actividad de los linfocitos, glóbulos blancos especializados en la lucha contra la invasión de microorganismos, se reduce levemente, lo que raramente causa problemas prácticos, aunque hacen faltan más investigaciones.

Efectos de la radiación espacial

La radiación espacial sólo existe en el ambiente espacial. Lo que quiero decir es que en la Tierra, la atmósfera y el campo magnético proporcionan un escudo protector para los seres humanos, y evitan que la radiación del Espacio exterior penetre en la superficie de la Tierra. Debido a la ausencia de tal escudo en el ambiente espacial, los astronautas están sometidos a mayores cantidades de radiación espacial que recibirían en la Tierra. Por lo tanto, la radiación espacial puede afectar seriamente a los astronautas. De hecho, los astronautas encuentran tal nivel de radiación en su trabajo que está clasificado como trabajo radioactivo.

El Espacio profundo está repleto de protones originados por las llamaradas solares, rayos gamma que provienen de los agujeros negros recién nacidos y rayos cósmicos procedentes de explosiones estelares, todos constituyen la radiación espacial. En el exterior de la protectora atmósfera terrestre, los rayos cósmicos de alta energía y las partículas solares pueden dañar seriamente las células humanas. Desde alterar al sistema di-

gestivo hasta provocar mutaciones genéticas y cáncer, los efectos de la exposición a la radiación son una seria preocupación para futuras misiones espaciales tripuladas.

En efecto, durante los vuelos espaciales, los miembros de la tripulación están constantemente expuestos a diferentes tipos de radiación. Esta radiación daña el ADN celular y puede inducir mutaciones que podrían estar asociadas con un aumento del riesgo de desarrollar cáncer. En la Tierra, la atmósfera contiene una capa de ozono que evita que los rayos ultravioletas nos alcancen. Podemos usar bronceador con filtro solar sobre nuestra piel para prevenir que los rayos ultravioleta causen más daño. Sin embargo, cuando los astronautas viven y trabajan en el Espacio, lejos de la atmósfera protectora de la Tierra, están expuestos no sólo a los rayos ultravioleta, sino también a la radiación espacial. Las naves espaciales de hoy no pueden evitar toda esta radiación, por lo tanto, los astronautas en el Espacio están más expuestos que una persona regular en la Tierra. Para misiones espaciales de larga duración, los materiales que componen la nave espacial deben de proveerle al explorador espacial más protección contra la radiación espacial de lo que se ofrece corrientemente.

Las intensidades de la radiación no son siempre constantes, variando incesantemente según la actividad solar. Los protones solares de alta energía y los iones pesados se emiten esporádicamente durante los acontecimientos de las partículas solares (llamaradas), y éstos representan un peligro muy serio para el viaje espacial. Sin embargo, la mayor amenaza para los astronautas son los rayos cósmicos galácticos (RCGs). Estos rayos se componen de partículas aceleradas a casi la velocidad de la luz, provenientes de las explosiones de supernovas lejanas. Los RCGs más peligrosos son los núcleos pesados ionizados, tales como los Fe+26. Son mucho más energéticos que los típicos protones acelerados por las llamaradas solares. Una oleada de RCGs atravesaría la coraza de la nave espacial y la piel de los humanos como diminutas balas de cañón, rompiendo las hebras de las moléculas de ADN, dañando los genes y matando las células.

Muy pocas veces los astronautas se han visto expuestos a una dosis completa de estos RCGs del Espacio profundo. Consideremos la Estación Espacial Internacional (EEI), que orbita a solo 400 km. sobre la superficie de la Tierra. El cuerpo de nuestro planeta, aparentemente grande, solamente intercepta un tercio de los RCGs antes de que alcancen a la estación. Otro tercio es desviado por la magnetosfera terrestre. Los astronautas del Transbordador Espacial se benefician de reducciones similares. Los astronautas del proyecto Apolo que viajaron a la Luna absorbieron dosis mayores, pero sólo durante unos pocos días durante su travesía de la Tierra a la Luna. Los RCGs pudieron haber dañado sus ojos. En su camino a la Luna, las tripulaciones del Apolo informaron haber visto destellos de rayos cósmicos en sus retinas, y ahora, muchos años más tarde, algunos de ellos han desarrollado cataratas.

Para reducir al mínimo la exposición a la radiación espacial, la capacidad de la penetración debe ser predicha midiendo la intensidad de la radiación e identificando el tipo. Los astronautas deben protegerse de la radiación escudándose en la nave espacial fabricada con paredes compuestas de ciertos materiales y con paredes lo suficientemente gruesas, especialmente contra las llamaradas. En el Laboratorio de Radiación Espacial de la NASA, con sede en las ins-



talaciones del Laboratorio Nacional Brookhaven (BNL), en Long Island (Nueva York), dependiente del Departamento de Energía de los EE.UU, se están investigando nuevos materiales como plásticos o bloques de polietileno reforzado con hidrógeno líquido como combustible.

En el momento actual resultan esenciales: limitar las actividades extravehiculares (EVA) y duraciones del vuelo, para evitar superar los niveles permitidos de la exposición de radiación; prevenir los daños potenciales, supervisando el nivel de exposición con dosímetros personales; y establecer procedimientos prácticos de evaluación y gestión de riesgos. Las investigaciones futuras, relacionadas con la radiación espacial, serán aplicadas al cuidado médico de los pilotos y de los pasajeros, ya que estos últimos serán también víctimas potenciales de la radiación espacial; así como a la investigación para utilizar y blindar fuentes de la radiación en instalaciones de gran energía de radiación.



Efectos psicológicos del aislamiento ambiental

En la EEI los miembros del equipo de diversas nacionalidades convivirán, realizarán experimentos y tendrán que compartir un pequeño espacio durante tres a seis meses. Psicológicamente hablando, ese ambiente es diferente al de la Tierra. En los vuelos espaciales, los astronautas deben trabajar según un horario muy rígido, monótono e intenso, así durante varios meses, sin descanso, hasta regresar a la Tierra, y todo ello en un ambiente de sensación de ser "conejillos de indias" de investigaciones científicas. Se espera que el ambiente confinado a largo plazo, pueda inducir una tensión psicológica grave en los miembros internacionales del equipo de la EEI.

Las condiciones psicológicas deben incorporarse a los criterios de selección para que los astronautas sean óptimamente seleccionados, excluyendo a aspirantes que posean cierta tendencia o predisposición a sufrir cualquier desorden emocional bajo tensiones psicológicas. Otro aspecto importante a analizar consiste en que, para la eficacia en la organización y el funcionamiento de alto rendimiento del equipo, es necesaria la compatibilidad psicológica entre sus miembros. Las demandas requeridas no son siempre iguales: para las misiones de corta duración, se requiere una dirección funcional; pero para las misiones de larga duración, el liderazgo del jefe de la misión es crucial. El estado psicológico de los miembros del equipo es la llave del éxito de la misión, con un gran impacto sobre la eficacia del trabajo y el sueño reparador.

La experiencia obtenida de los vuelos espaciales ha revelado conflictos entre miembros del equipo 30 días después del lanzamiento, apareciendo gestos de hostilidad y agresividad entre ellos. Los conflictos también se presentan entre los miembros del equipo espacial y el equipo de tierra; en un caso, el primero incluso se puso en actitud de huelga contra el equipo de tierra. Las ayudas psicológicas, tales como el asesoramiento psicológico privado, las conferencias telefónicas periódicas con la familia y la comunicación por video, se proporcionan a los tripulantes como contramedidas.

Como el número de los que han realizado un vuelo espacial es limitado, todavía se debe investigar más sobre el efecto de éste sobre la salud mental. Aunque es posible simular un vuelo espacial en experimentos de aislamiento a largo plazo en la Tierra, siempre existirá la limitación obvia de no poder contar con el efecto de la ingravidez.

Las grandes estaciones espaciales deberán crear un ambiente lo más terrenal y familiar posible, algo psicológicamente necesario.

CONCLUSIÓN

La Medicina Espacial, como los vuelos espaciales, no ha hecho más que despegar, y con ella la investigación sobre la Fisiología adaptada al Espacio y la Patología espacial. Del conocimiento del "homo sapiens" pasaremos al del hombre espacial ("homo spacialis"). "De la Tierra a la Luna", como diría Verne… y "de la Tierra a Marte" decimos nosotros, y así de la Tierra al resto de planetas habitables de nuestro Sistema Solar y de otros sistemas solares.

Gaetano Rotondo, profesor de Medicina Aeronáutica de la Sapienza de Roma, opina que "nuestros nietos no tendrán nada fácil la vida en las estrellas: su físico cambiará y tendrán que aprender a desenvolverse sin la fuerza de la gravedad…". En efecto, hemos visto como la Medicina Espacial augura cambios drásticos basados en la adaptación de la especie humana al Espacio. En el Espacio el hombre, tal y como lo conocemos hoy, dejará de serlo para convertirse en un hombre conformado y adaptado a un medio hoy inhóspito como es el Espacio. Será otra vuelta de tuerca en la teoría evolutiva de Darwin. ■

Transferencia de tecnología espacial

El espacio en la vida cotidiana

Jesús Marcos
Director Mercado Espacio, INASMET/TECNALIA AEROESPACIAL
Coordinador programa ESA TTN-España

El concepto de spin-off o transferencia del espacio puede parecer nuevo, y sin embargo lo que mucha gente no sospecha es que los orígenes de las sartenes antiadherentes, de los pañales o airbag y el velcro provienen de tecnología espacial.

Desde el comienzo del programa Apolo, los progresos conseguidos para usos espaciales han permitido obtener innovaciones científicas y técnicas que se aplican también para aportar soluciones a las necesidades de la vida cotidiana, en esto consiste justamente la denominada Transferencia de Tecnología.

Por ejemplo, la necesidad de mantener al hombre en órbita ha precisado del desarrollo de trajes especiales y sistemas de soporte de la vida en el espacio. Estos a su vez han facilitado los avances en campos civiles como la medicina, o en la fabricación de artículos tan cotidianos como los “dodotis” o pañales higiénicos.

En lo relativo a la medicina y la salud, los avances espaciales han propiciado el desarrollo de la telemedicina, los sistemas para la detección de cáncer o de células embrionarias y los sensores microscópicos. Otras soluciones relevantes en el mismo campo médico son las relacionadas con enfermedades como la leucemia o el traje de protección especial para la intolerancia a los rayos ultravioleta.

Para mantener grandes estructuras en órbita ha sido preciso generar energía en el Espacio, con soluciones prácticas que, como los paneles solares o las baterías de hidrógeno, contribuyen al desarrollo sostenible y abren nuevos horizontes hacia un transporte más limpio. En parecida línea de avances cabe mencionar los sistemas utilizados para algo tan rutinario ya como el control del tele peaje en las autopistas o el tele pago en comercios y demás servicios.

Si nos referimos al ámbito industrial, el Espacio es una fuente continuada de nuevos materiales como los cerámicos, capaces de soportar las temperaturas extremas de la reentrada en la atmósfera de los ingenios espaciales. Son materiales que, por ejemplo, se utilizan para fabricar los frenos de los automóviles de competición de “Fórmula 1” o los aislantes de tubos de escape.

En el área de los nuevos materiales son relevantes también los compuestos de fibra de carbono, cuyas aplicaciones industriales provienen de su utilización en estructuras de satélites espaciales. Este tipo de materiales son comunes en la fabricación de material deportivo como tablas de surf y esquí.

No podemos olvidar tampoco que las técnicas de diseño aerodinámico utilizadas para vehículos espaciales han permitido mejorar el diseño de embarcaciones marinas y la vela deportiva.

Un ámbito muy conocido de la investigación espacial es la aplicación en sistemas que mejoran la Seguridad de las personas, como son los “airbag”, los frenos ABS, la detección temprana de contaminación en los océanos o la predicción de desastres





naturales mediante los satélites de observación de la Tierra.

La necesidad de disponer de sistemas mecánicos, autómatas o robots para realizar las operaciones en órbita espacial tiene aplicaciones en el sector industrial. Se consiguen así equipos o líneas de montaje automático, de gran precisión y control.

Las telecomunicaciones son otro campo de continuos avances. A través de constelaciones de satélites y sus redes asociadas en Tierra como el GPS o el futuro GALILEO se han constituido sistemas mundiales de navegación y localización. Estos nuevos sistemas tienen aplicaciones tan generalizadas y necesarias en la vida cotidiana como la navegación aérea, las operaciones de logística en el transporte y las comunicaciones móviles.

La idea de la transferencia tecnológica espacial ha sido asociada con NASA y USA, y con los derivados de las misiones Apolo y Shuttle. En esta línea se indica que en USA de cada dólar invertido se obtienen cinco en aplicaciones en otros mercados. También la Agencia Espacial Europea comenzó en 1990 con un programa de promoción de la Transferencia Tecnológica Espacial, cuyo objetivo es revertir en la sociedad la inversión en desarrollos de alta tecnología realizados en espacio y ayudar a la diversificación de las empresas y productos espaciales.

A tal fin la Agencia Espacial Europea ha dispuesto de unas herramientas para apoyar la transferencia de tecnología :

• Una red de agentes de transferencia en Europa para realizar actuaciones de estudios valorización, factibilidad, contratos de transferencia, promoción y difusión.

• Actuaciones de aplicación de tecnología espacial en condiciones severas (estaciones polares, plantas petrolíferas, minería,…).

• Apoyo a la creación de empresas con productos basados en tecnología espacial.

Desde sus comienzos en 1990, el programa de transferencia de tecnología a través de Space link Group de ESA ha sumado una serie de éxitos, tales como:

• >145 Actuaciones de transferencia desde 1990.

• >950 MEuros generados en sectores no espaciales hasta 2004.

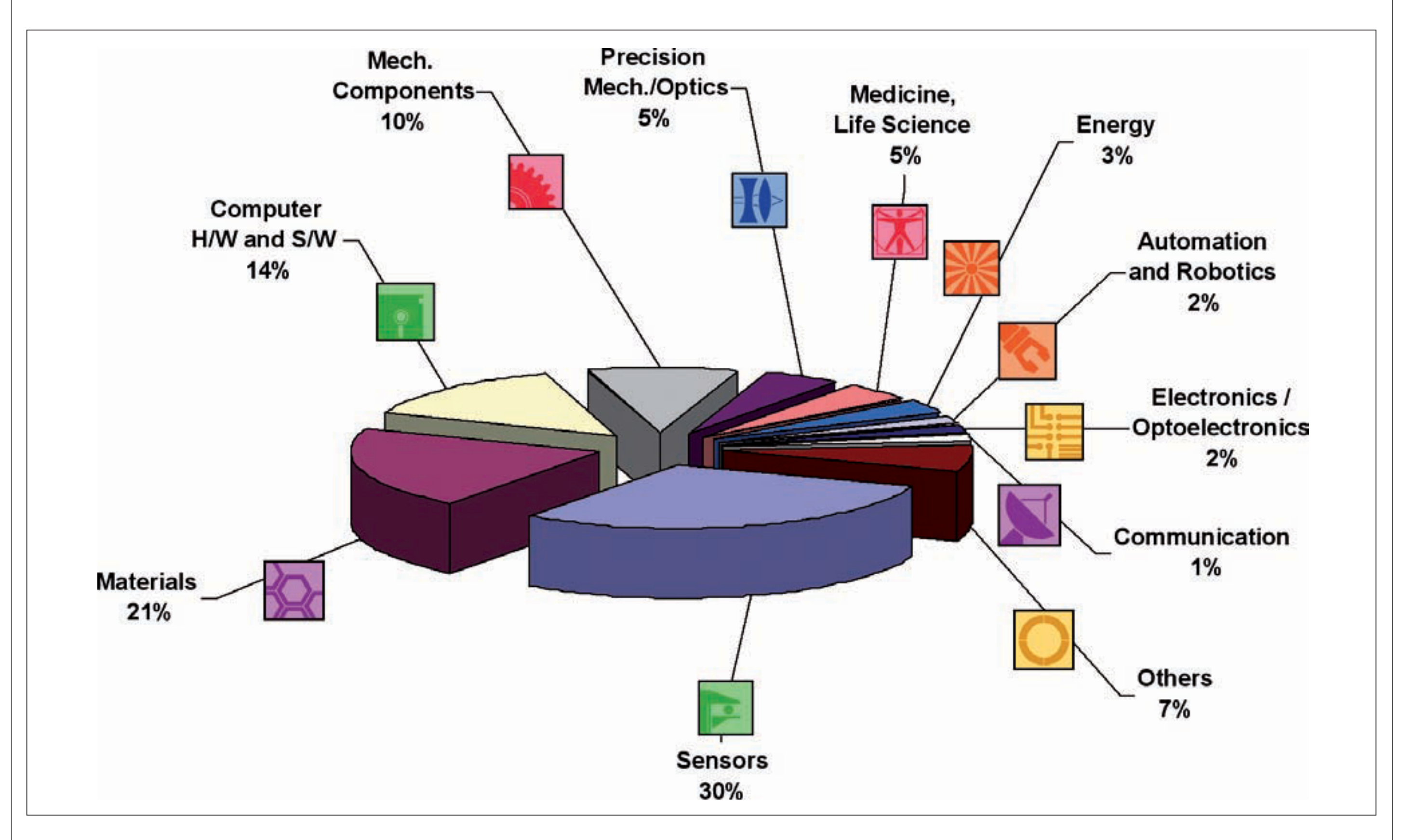
• >15 companías nuevas creadas.

• >2500 Puestos de trabajo creados/mantenidos.

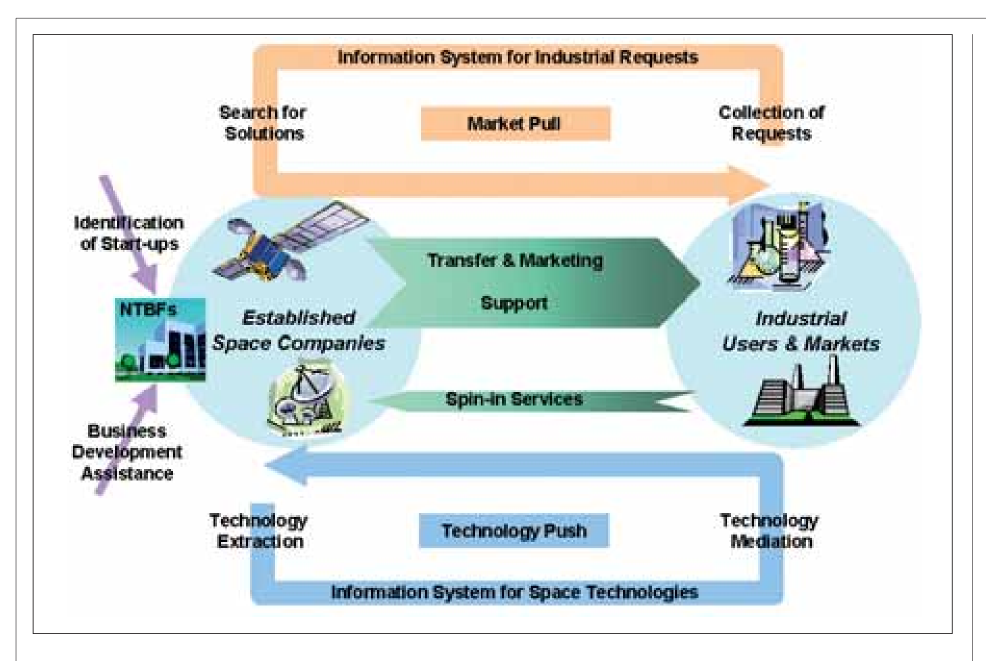
• >20 MEuros atraidos de EC, Capital Riesgo, ANVAR, APME,..

• Inclusion del Programa de Transferencia en las redes europeas EC (IRC, EBN, LIFT, JEV,...).

En un análisis de estas actuaciones en las tablas se puede apreciar que la tecnología espacial se transfiere fundamentalmente a aplicaciones en transporte (aeronautica) y a aplicaciones de alto valor añadido (medicina, maquina herramienta); y entre los productos o tecnologías transferibles más comunes están los sensores y materiales.



En España, las empresas y centros espaciales han realizado también sus actuaciones de diversificación industrial en la búsqueda de nuevos mercados y aplicaciones no espaciales de sus productos. Pero la transferencia tecnológica espacial en España lo ha sido no sólo de los productos y tecnologías sino también de los métodos, así las empresas han contagiado de los requerimientos de control de calidad, procedimientos y sistemas de



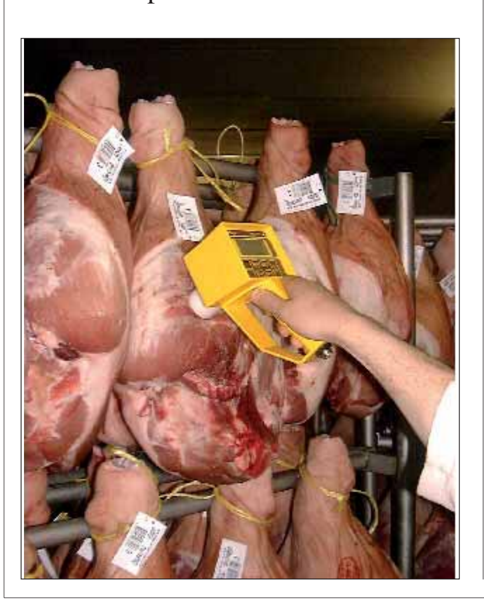
gestión a empresas y departamentos asociados.

En una valorización de las actuaciones de trasferencia tecnológica espacial en España distinguiría 4 tipos:

– Las empresas espaciales que han creado una línea industrial o de aplicaciones derivada de sus productos y conocimientos espaciales como GMV, Deimos, Tecnológica, MIER, GTD.

– Las ingenierías espaciales que por naturaleza tienen productos horizontales y que han intentado rentabilizar sus capacidades mediante el desarrollo de nuevos productos en mercados no espaciales como SENER, Iberespacio, NTE, INASMET.

– Las empresas que han transferido sus tecnologías, metodologías y productos espaciales internamente a mercados muy relacionados como defensa y aeronáutica, es el caso de ASTRIUM CASA; CRISA, ALCATEL, RYMSA.



– Los grupos científicos y/o universitarios que han conseguido explotar tecnologías y/o productos creados para instrumentos espaciales a través de su licencia o mediante la creación de nuevas empresas como IAA, IAC, ETSIA, INTA, UPM.

Una recopilación no exhaustiva de los últimos 6 años de actuaciones de transferencia en España nos proporciona los siguientes datos del valor añadido del Espacio:

• >15 Actuaciones de transferencia desde 1998.

• >90 MEuros generados en sectores no espaciales hasta 2004.

• >5 compañías nuevas creadas.

• >300 Puestos de trabajo creados/mantenidos.

• >6 MEuros atraidos de EC.

• Actuaciones de colaboración del Programa de Transferencia en las redes europeas EC (IRC-SPRI).

La conclusión es que de cada 1 euro invertido en Espacio, las empresas espaciales generan 3 euros en mercados derivados.

Las primeras gestiones de promoción del programa de transferencia tecnológica espacial se hicieron a través del desaparecido TGI en la década de los 90, después este testigo ha sido recogido por INASMET-TECNALIA que acaba de suscribir un contrato bajo el Programa de Transferencia de Tecnologías de ESA para promocionar y apoyar estas actuaciones de diversificación.

Las actuaciones que se realizan en transferencia tecnológica espacial son:

– Identificación de las tecnologías/productos transferibles de la empresa espacial.

– Catálogo de tecnologías espaciales. Identificar necesidades de mercados no espaciales.

– Catálogo de necesidades tecnológicas.

– Estudios de viabilidad y valorización del producto/tecnología.

– Estudios detallados de colaboración en el desarrollo e industrialización del producto.

– Análisis de mercado y comercialización del producto (acuerdo de comercialización).

– Soporte a la creación de empresas y líneas de negocio ESINET incubadora.

– Ayudas a la financiación mediante programas nacionales, regionales y europeos.

En definitiva, el programa de transferencia pone en comunicación a un donante tecnológico (empresa espacial) con un receptor (empresa no espacial): spin-off.

La acción de transferencia se produce mediante un SONDEO DE MERCADO (se realizarán 75 descripciones tecnológicas nuevas y actualizadas, a efectos de marketing INASMET elaborará un catálogo de tecnologías españolas transferibles) y un EMPUJE DE MERCADO (obteniendo 300 necesidades del mercado, de 100-150 compañías no espaciales).

Entre los ejemplos de éxito realizados recientemente con compañías españolas podemos destacar:

Sensores de impedancia para control de parámetros corporales de astronautas utilizados para el control de calidad de carne, o control de cepas en la producción de champán o en sistema de tratamiento de purines. Lubricantes de antenas de satélite en implantes dentales. Cámaras de motores de propulsión eléctrica en el procesado de acero inoxidable. Sistemas de medición de estrellas en gafas para invidentes.



Aislantes térmicos en usos de empaquetado de medicamentos.

Algunos ejemplos de TTP en España:

• **Detección de jamones defectuosos.** Mediante el uso de un equipo de medida de contenido y distribución hídrica en astronautas se ha beneficiado a ESTEBAN ESPUÑA, S.A. para desarrollar un sistema que permite la Detección de Jamones defectuosos con poca capacidad de retención de agua.

• **Medida de contenido de levadura en fermentación**. A partir del Equipo de medida de biomasa en bioreactor del proyecto MELISSA de la Estación Espacial internacional se ha desarrollado para Freixenet, S.A. , CERVEZAS DAMM, S.A. un sistema para la medida de levadura en sala de fermentación que permite un control de calidad de producto y detección temprana de problemas en fermentación.

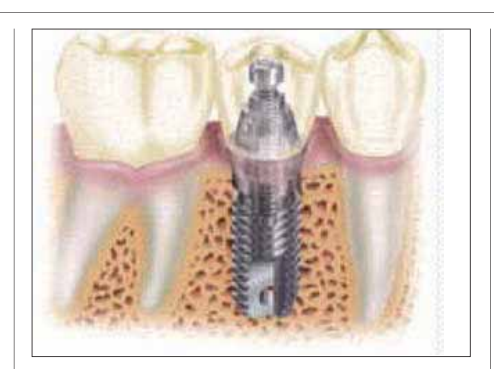
• **NÚCLEO DEL DETECTOR ATLAS y SOPORTES CRIOGÉNICOS para el acelerador de partículas CERN**. Con la tecnología de fabricación de Tubos de fibra de carbono de muy alto módulo para plataformas de satélites se han desarrollado para el CERN Acelerador de Particulas Europeo los Cilindros del detector ATLAS.

• **Implantes dentales.** Los Lubricantes sólidos tipo DLC desarrollados para los Mecanismos espaciales y evaluados dentro del instrumento TRIBOLAB de la Estación Espacial Internacional, se ha creado la empresa LIFENOVA BIOMEDICAL S.A que está desarrollado un producto no espacial: recubrimiento de implantes dentales con reducción tiempo-coste, tratamiento con implantes dentales; reducción de tasa de rechazo de

implantes dentales. Mediante el programa de TTP se ha permitido un estudio de mercado y búsqueda de clientes. Una colaboración en el desarrollo: soporte a la validación de ensayos preclínicos del producto y el soporte a la creación de una nueva empresa.

• **Materiales de propulsión en Siderurgia**. Mediante los materiales cerámicos del canal de aceleración de motores Propulsión Hall Effect Thrusters, empleado, por ejemplo, en la misión SMART, se ha desarrollado para la empresa OLARRA, dedicada a la siderurgia-produción de acero, un producto no espacial: que son los llamados Breakrings en colada acero inox..

• **Sensores de microrganismos en Boyas telecontroladas.** Un ejemplo de transferencia tecnológica pero al revés, es decir de desarrollos y tecnologías desarrolladas para otras aplicaciones y que pueden resolver problemas a aplicaciones en espacio los denominados SPIN-IN. En este caso el producto espacial desarrollado es un BioSensor para detección de microorganismos en el modulo habitado de la Estación Espacial a partir de un pro-





ducto no espacial: boya telecontrolada BAT21 con sensor de calidad de agua de mar.

Estos ejemplos muestran las actuaciones en la transferencia tecnológica espacial a otros sectores realizada bajo el marco del programa TTP de Agencia Espacial Europea y particularmente por las empresas y centros tecnológicos espaciales españoles. No se agota aquí el inventario, que desde el pasado año y con espíritu renovado se está activando por INASMET/TECNALIA Aeroespacial, con nuevas ideas y proyectos en cartera.

En los recientes años se está produciendo un aumento significativo de la inversión de nuestro país en Espacio con nuevos satélites en el horizonte. Es por tanto esperable que la sociedad se pregunte por el impacto de estas inversiones. Además de la capacitación de la industria espacial española, el espacio ha sido motor de nuevas tecnologías. En este sentido, el programa de transferencia se convierte en una herramienta necesaria para la tecnificación y la innovación de nuestros sectores industriales tradicionales. Para trasladar, en una palabra, el espacio a la vida cotidiana.

En fin, piense el lector que el tomarse un bocadillo de jamón y una cerveza es gracias al Sputnik y celebre con nosotros la buena salud de sus 50 años. ■

Turismo espacial

¿Vuelos suborbitales al alcance de todos?

ÁNGEL RAMÍREZ



INTRODUCCIÓN

Hace ya más de 40 años, Yuri Gagarin fue el primer hombre de la historia en acceder al espacio, un mes después le siguió Alan Shepard, el cual, a bordo de un Mercury, realizó un vuelo suborbital de 15 minutos. Desde entonces, solo 457 personas han podido ver cumplido el sueño de volar al espacio, todas ellas, profesionales con un alto grado de preparación técnica y física.

Hoy somos testigos del inicio de una nueva era en la que ya se combinarán ofertas de viajes orbitales y suborbitales dirigidas a un mayor público, ávido de aventuras y con recursos suficientes para financiarse el pasaje. Sin embargo, conviene recordar que hasta hoy, sólo tres países han sido capaces de enviar seres humanos al espacio, y eso gracias a sumas muy considerables de dinero gestionadas por muy poderosas agencias espaciales, con pleno apoyo político y con los mejores medios científicos a su disposición. La democratización del acceso al espacio es, por lo tanto, todavía un tema muy incipiente y cuya viabilidad tiene que ser todavía consensuada tanto con el mercado como con la tecnología disponible.

Las primeras referencias de turismo espacial propiamente dicho, han sido las efectuadas por Space Adventures, empresa que ha comercializado ya 5 pasajes en nave Soyuz. Obviamente esta oferta va dirigida a clientes multi-millonarios; todos ellos en buena forma física y con posibilidad de tomarse un año sabático para prepararse a la misión. Hoy en día el segmento de turismo espacial en vuelo orbital, sólo lo puede ofrecer Soyuz y el número de plazas es extremadamente caro y limitado.

Es por ello que hemos centrado el presente artículo en el segmento más novedoso de “vuelo suborbital”, entendiéndolo como una forma más popular de hacer turismo espacial. Según un estudio de mercado realizado en USA en el año 2002, hay en el mundo más de 300.000 “cosmoturistas” dispuestos a pagar 150.000$ por un viaje suborbital de poco menos 20 minutos.

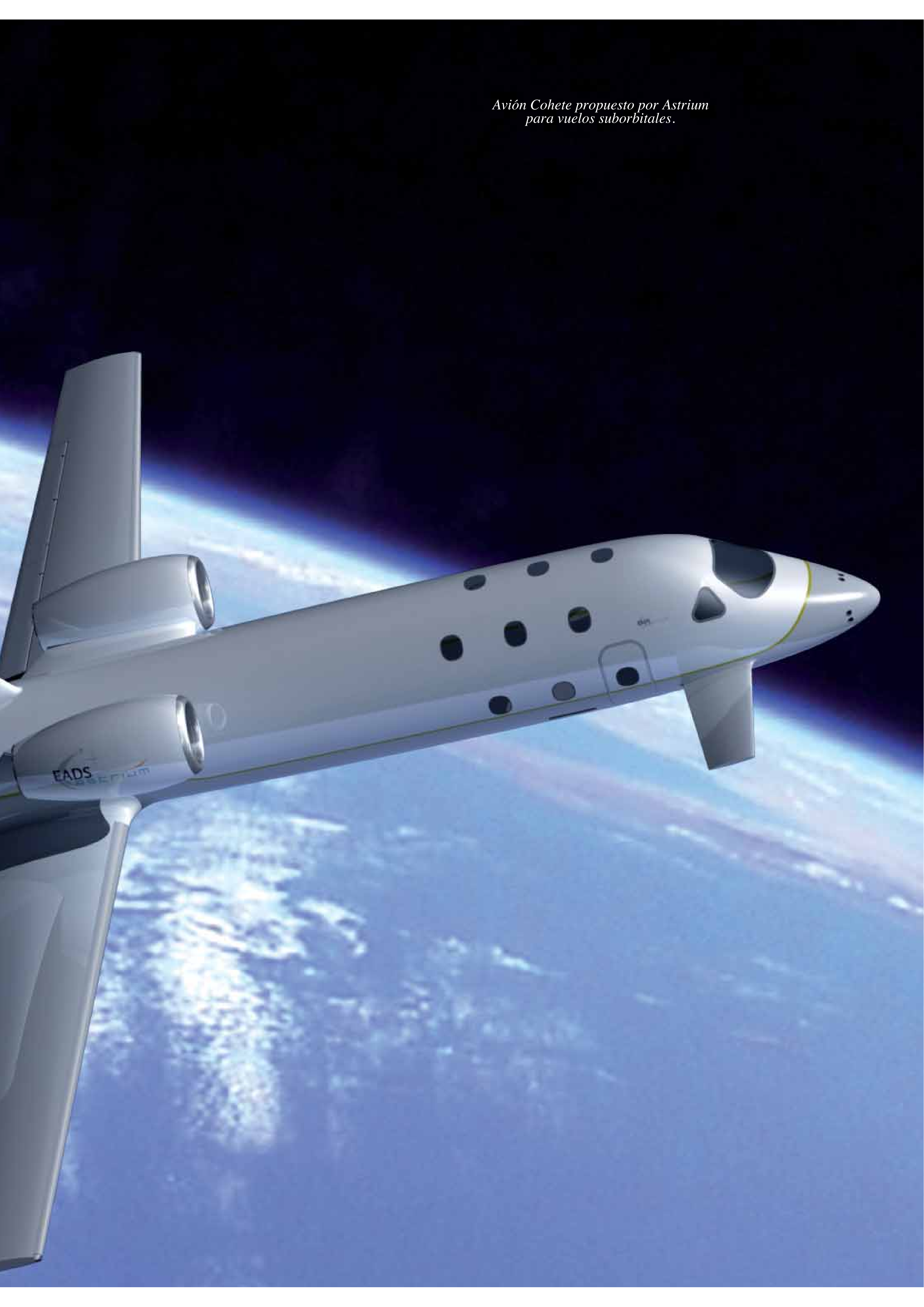
Sin pensárselo dos veces, un número apreciable de empresarios se han puesto ya a trabajar en el desarrollo de distintos vehículos, alguno de los cuales sorprende por su osadía y por su originalidad. Algunos han vendido ya miles de reservas por anticipado, mientras todavía acaban de diseñar el vehículo.

TRES GRANDES DESAFÍOS

Es bueno recordar que cualquier proyecto de turismo espacial conlleva tres grandes desafíos:

Un desafio tecnológico:

El factor de diseño más importante es el de la seguridad. Todo el mundo conviene en afirmar que un solo accidente bastaría para cuestionar el futuro de todo este sector. Tratándose de un tipo de servicio puramente lúdico y por lo tanto prescindible, los operadores sólo pueden apostar por un vehículo extremadamente seguro (para entendernos, mucho más seguro que Soyuz o Shuttle). Bien es sabido que esta seguridad adicional irá forzosamente en detrimento del coste del pa-



Avión Cohete propuesto por Astrium para vuelos suborbitales.



Virgin Galactic propone el vehículo Space Ship.

saje, y que la ecuación que equilibre ambas variables deberá ser homologada de un modo u otro por el mercado. Este va a ser el problema fundamental al cual se confrontarán todos los futuros operadores de turismo espacial.

Un desafío financiero:

Todo este desarrollo es evidentemente muy costoso. Algunas de las iniciativas en curso calculan que la inversión total de su proyecto rondará los 1.000 M€. Sin apoyo alguno de agencias espaciales, la totalidad de los fondos son privados. Tratándose de un sector totalmente nuevo, las estimaciones de mercado son muy poco precisas y, en modo alguno, contrastables. No está claro todavía si fondos de inversión o el capital riesgo está interesado en este tipo de aventura empresarial. Se trata de inversiones de alto riesgo pero, aparentemente, con un TIR no suficientemente elevado. El desafío financiero es, por lo tanto, un factor a tener en cuenta y que puede ser el punto final de muchos proyectos.

Un desafio jurídico:

La reglamentación actual impide que se pueda llevar a cabo actividad alguna de turismo espacial en suelo europeo. En Estados Unidos, la FAA ha adaptado parcialmente su reglamentación para que este tipo de actividad pueda iniciarse.

Distintas cuestiones se plantean en torno a una misión de este tipo. Por ejemplo definir cuál es el status del pasajero (es un astronauta o bien es un cliente de una empresa turística), cuál es el status del vehículo (es un avión comercial sometido a las mismas certificaciones que otro cualquiera, o bien es un cohete tripulado), cómo definir la actividad (es un deporte extremo, es una actividad lúdica o bien es una actividad turística normalizada). Finalmente quedan las no menos complicadas cuestiones relativas al derecho espacial, autorizaciones, responsabilidades del Estado correspondiente y del operador.

OFERTA ABUNDANTE

Dicho lo anterior, sorprende ver la cantidad de proyectos e iniciativas que hay en marcha en estos momentos. Algunos de ellos se listan en el cuadro adjunto.

Es curioso observar que algunos de los emprendedores que crearon las

empresas indicadas no tienen ninguna experiencia en diseño de avión ni de cohetes. También sorprende la falta de interés en este mercado por parte de Airbus y de Boeing.

Muchas de las preguntas que se plantean quedarán parcialmente resueltas antes de un año. En efecto, Virgin Galactic prevé iniciar el servicio en el año 2008 y los primeros clientes (algunos de ellos españoles) esperan ya impacientemente el momento de subirse al Space Ship 2.

OPORTUNIDADES PARA ESPAÑA

Probablemente los distintos operadores de vuelos suborbitales piensen todos en España como una buena opción para establecer aquí un puerto espacial, rodeado de buenos hoteles, parques de atracciones y restaurantes estrellados.

Al menos esa es la reputación que muy merecidamente nos hemos ganado en el mundo entero. Pensar en turismo es pensar en España, pero pensar en turismo espacial conlleva sobre todo una dificultad en el marco legal.

No solamente en lo referente a los permisos para volar, o las certificaciones de las aeronaves, sino también por las pólizas de seguros requeridas y el perímetro de sus coberturas.

Particularmente, creo que habrá que esperar y ver como se desenvuelven las primeras experiencias desde Nuevo Méjico, Kiruna o Tunez, que son los emplazamientos probables para que algunos operadores inicien su actividad aunque poco atractivos turísticamente.



El autor probando el vehículo propuesto por Astrium.

CONCLUSIONES

En mi opinión, el parámetro clave es la seguridad. Si la seguridad se garantiza, habrán muchos más clientes potenciales, y ello abaratará el coste del viaje. Lo deseable es que algún día, después de las primeras experiencias de estos "Howard Hughes" del turismo espacial, las grandes compañías (Airbus, Boeing, LM, Dassault, ...) inviertan también en este tipo de vehículos. Creo que así, y sólo así, podremos disponer de un medio de transporte suborbital con las mismas garantías de funcionamiento que los aviones comerciales actuales. Este es el tema fundamental que, una vez resuelto, resolverá también los otros problemas financieros y jurídicos.

Con un avión-cohete fiable, podremos ofrecerle a los clientes potenciales, experiencias únicas y apasionantes donde podrán experimentar aceleraciones elevadas, ver la tierra desde el espacio y flotar en gravedad 0. Todo ello sin tenerles que prevenir sobre el riesgo inherente al viaje, o de hacerles firmar complicados contratos legales, ni de hacerles demasiadas pruebas de salud. Además, veremos como el mercado se disparará desde los 100.000 potenciales actuales hasta los muchos millones de clientes.

Por último, no hay que olvidar que el vuelo suborbital permitirá desarrollar tecnologías que, a su vez, permitirán expandirse hacia otros nichos, como por ejemplo el transporte de pasajeros transcontinental ultra rápido. ■

COMPAÑÍA	VEHÍCULO
Virgin Galactic	*Space Ship 2*
Rocketplane	*Rocketplane Kistler (avión-cohete integrado)*
Space Adventures	*M-55 aeroportando el vehículo Cosmópolis-XXI (derivado del Buran Ruso)*
Benson Space Company	*DreamChaser (vehículo derivado del X34 de Orbital)*
Blue Origin	*New Shepard (vehículo de despegue y aterrizaje vertical)*
ACE	VSH de Dassault lanzada por un Airbus
EADS-Astrium	Avión-Cohete integrado de Astrium
Pioneer Rocket Plane	Pathfinder
Armadillo Aerospace	Armadillo
Space Clipper International	SC-1 y SC-2
Third Millenium Aerospace	Millenium Express
Vela Technology Development	Space Cruiser
Starchaser Industries	Starchaser
XCOR	Xerus
Se han resaltado los cinco proyectos en estado más avanzado	

Historia de las estaciones espaciales en España

Jose M. Urech Ribera
Ex-director del Centro de Comunicaciones Espaciales de NASA en Madrid
Fotografías cortesía NASA/ESA/INTA

Casi desde el principio de la Era Espacial, España ha participado intensamente en esa gran aventura, con las múltiples Estaciones de Comunicación Espacial establecidas en su territorio. Esta participación de personal español, a través del INTA dependiente del Ministerio de Defensa, sigue vigente y seguramente por muchos años más.

LA PRIMERA ESTACIÓN EN ESPAÑA

En 1959, recién creada la NASA y su ambicioso programa de poner un hombre en órbita alrededor de la Tierra, hacía necesaria una red de estaciones de seguimiento en latitudes bajas, para dar máxima cobertura a la trayectoria orbital.

La situación estratégica de las Islas Canarias con respecto a la base de lanzamiento de NASA en Cabo Cañaveral (Florida), era una candidata clara para una de las 14 estaciones del Proyecto *Mercury*.

En 1960 se iniciaron las negociaciones entre los gobiernos, actuando el INTA como interlocutor de NASA, y en poco más de un año, la primera Estación estaba construida y operativa en el área de Maspalomas al sur de Gran Canaria, soportando todos los vuelos orbitales de dicho Proyecto, incluyendo el histórico MA-6 de John H. Glenn, primer americano en orbitar la Tierra.

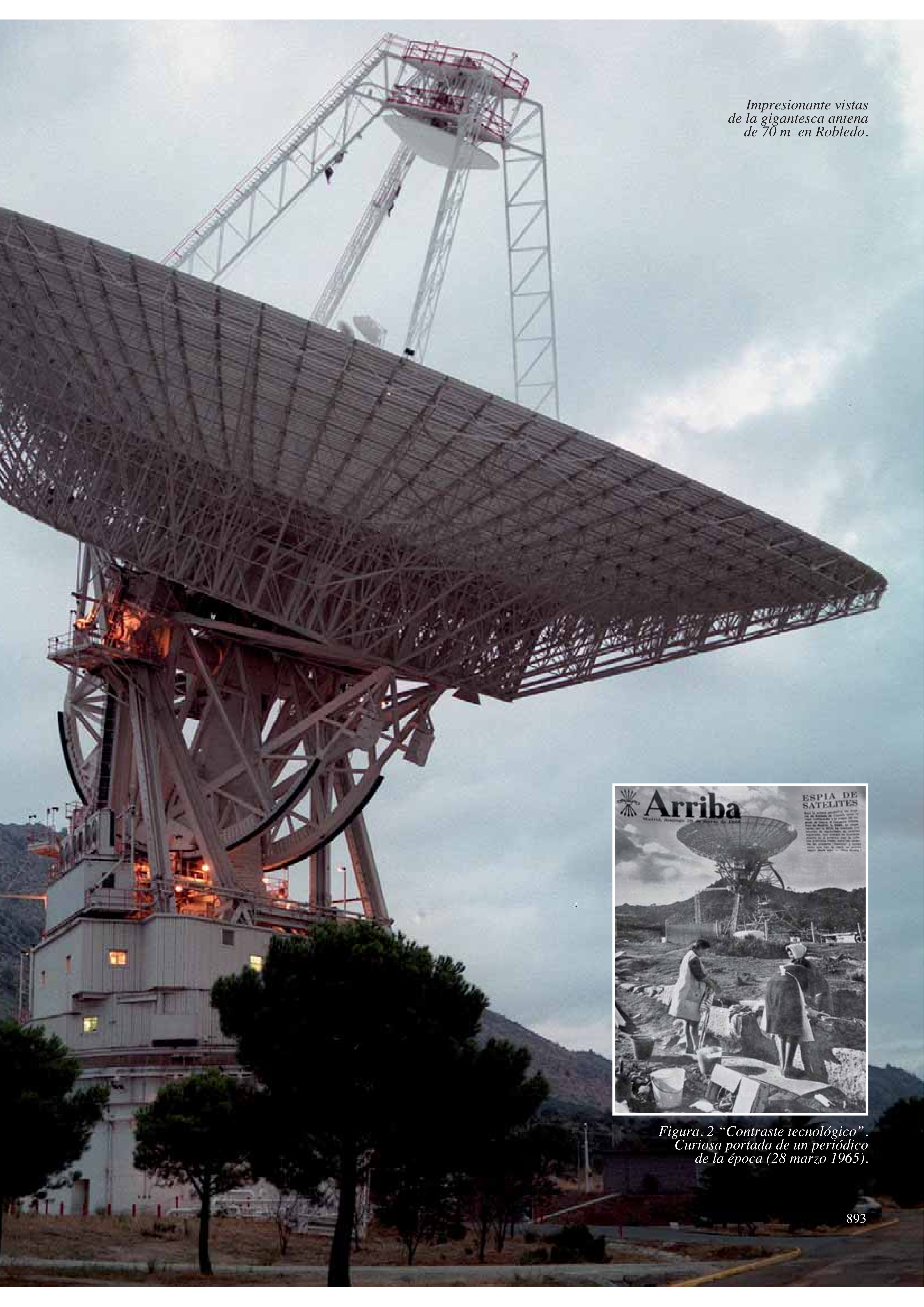
Finalizado este proyecto en 1963, la Estación se amplió y reconfiguró para la siguiente fase de vuelos tripulados, el Proyecto *Gemini* con 10 vuelos en 1965-66.

Para evitar interferencias con el desarrollo turístico, se negoció el cierre de la Estación original y la construcción de una mayor y mejor, pero más alejada de la costa. Esta continuó la participación en las siguientes misiones tripuladas: *Apollo* (1968–1972), *Skylab* (1973–1974), y la misión conjunta ruso-americana *Apollo-Soyuz Test Project*.

Al finalizar esas misiones, NASA decidió desactivar la Estación y transferírsela a INTA, que había tenido una participación activa en las fases anteriores. En 1979 se reabrió como estación netamente española, ofreciendo sus servicios a agencias internacionales y proyectos españoles como HISPASAT y MINISAT (figura 1).

La Estación, propiedad de INTA y operada por su compañía INSA, cuenta con los siguientes recursos y actividades:
– ESA-ESOC: 15 m TT&C
– ESA-ESRIN: 10 m+1.8 m RX
– EUMETSAT: 9.3 TT&C





Impresionante vistas de la gigantesca antena de 70 m en Robledo.

Figura. 2 "Contraste tecnológico". Curiosa portada de un periódico de la época (28 marzo 1965).



Figura. 1 Estación de Maspalomas (vista reciente).

– COSPAR-SARSAT: 2x4.8+2.4 m RX
– NASDA-JAXA: 10 m TT&C
– HISPASAT: 3.8 m
– XTAR: 16,4+2x6,3 m TT&C
– HELIOS: 10 m

COMPLEJO DE NASA EN MADRID

El comienzo con la estación de Robledo

Con las relaciones ya establecidas, NASA solicitó la búsqueda de un área idónea para instalar una antena para el programa de exploración planetaria recién iniciado. Debía tener una latitud similar a la instalada en Goldstone (California), cerca de una gran ciudad con aeropuerto internacional, pero suficientemente lejos para evitar interferencias radioeléctricas. Se exploraron muchas zonas, cerca de Madrid, Sevilla, Málaga, y otras, seleccionando finalmente una a 47 km al oeste de Madrid, cerca de Robledo de Chavela.

En 1964, ambos gobiernos firmaron un importante Acuerdo de Cooperación para la construcción y desarrollo de la Estación de Seguimiento y Adquisición de Datos, y un Contrato de reembolso de costes entre INTA y NASA, con énfasis en que los técnicos americanos entrenarían a personal español contratado por INTA, para en su momento transferir la responsabilidad técnica y directiva a la agencia española.

Después de 43 años, el histórico Acuerdo sigue vigente, con lógicas adaptaciones a la incesante evolución de la Era Espacial.

La construcción, con una antena de 26 m de diámetro y montura ecuatorial (DSS-61), se inició de inmediato para poder llegar a cubrir el acontecimiento histórico de la primera sonda en visitar Marte, el *Mariner 4*. Finalmente se llegó justo a tiempo de recibir, el 15 de julio de 1965, las primeras imágenes tomadas en la cercanía de otro planeta (figuras 2 y 3).

Robledo continuó con otros proyectos interplanetarios, pero con especial dedicación al *Lunar Orbiter*, para una cobertura fotográfica detallada de nuestro satélite, como preparación del Proyecto Apollo. Actuó también de reserva y apoyo de la cercana Estación Apolo, en Fresnedillas (figura 4).

En 1970, con una plantilla española, se realizó la tranferencia de responsabilidad al INTA.

La Estación de Cebreros

Debido al dinamismo espacial de los años 60, el reciente Acuerdo hubo de modificarse en 1965 para permitir la construcción de dos nuevas estaciones, Cebreros y Fresnedillas. La primera (DSS-62) para aumentar los recursos de la Red de NASA/JPL para el Espacio Profundo (DSN). Se construyó en un tiempo record de 14 meses, casi idéntica a Robledo pero a 12 km al oeste, cerca del pueblo de Cebreros (Ávila) (figura 5).

Inició su actividad con los *Pioners* interplanetarios, pero desde el 66 al 68, como su estación gemela, se de-



Figura. 3- Estación de Robledo en los años 60.

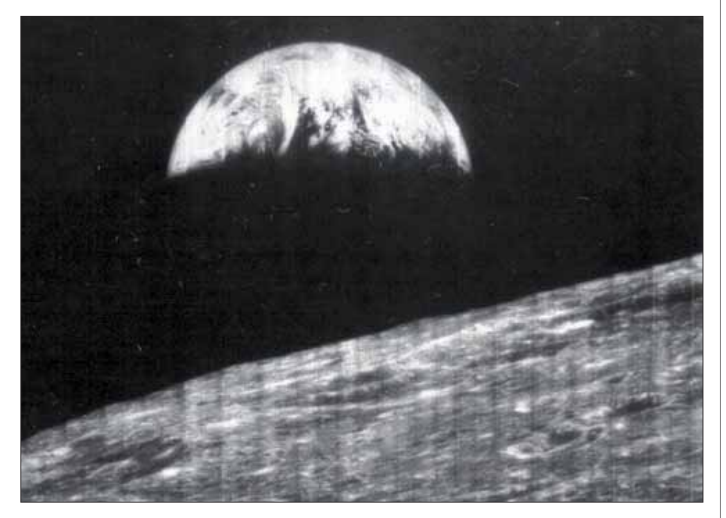


Figura. 4- Imagen histórica, primera muestra de la Tierra desde la Luna. Tomada por Lunar Orbiter 1 y recibida en Robledo el 26-8-1966.



Figura. 5.- Vista de la Estación de Cebreros.

dicó también al otro proyecto preparatorio del *Apollo*, el *Surveyor*, mostrando la viabilidad de posarse suavemente en la Luna.

El INTA continuó la contratación de jóvenes ingenieros y técnicos para que España aceptara plena responsabilidad sobre la Estación, y en 1969 se realizó la Ceremonia de Transferencia (figura 6).

Inmediatamente después se participó en los encuentros de los *Mariner 6* y *7* con Marte.

Como parte de la red DSN siguió participando en otras muchas misiones interplanetarias, siendo la más destacable el *Mariner 9* lanzado en 1971 para orbitar Marte, y en la que DSS-62 tuvo un protagonismo muy importante. La misión fue un gran éxito, no sólo por ser la primera sonda en órbita de otro planeta, sino por sus descubrimientos inesperados.

La plantilla, muy motivada y preparada, aportó múltiples desarrollos tecnológicos en beneficio de la Red, siendo el más significativo "La primera propuesta y demostración de la combinación de antenas para mejorar la recepción de telemetría". Esto se realizó en 1969-70 entre las antenas de Robledo y Cebreros, sentando las bases para futuros desarrollos en JPL, y usados en los encuentros con planetas muy lejanos.



Figura. 6.- El Administrador de NASA, Dr. Paine, transfiere la Estación de Cebreros al Director del INTA, general Pérez Marín.

También se ofreció el tiempo disponible de la sensible antena de 26 m a la comunidad astronómica española para iniciarse en radioastronomía. Años después, con un programa ya oficial, muchos astrónomos pudieron usar los instrumentos más sensibles disponibles, especialmente en Interferometría de Muy Larga Base (VLBI).

Finalmente, durante la crisis de la exploración espacial (finales de los 70 y principio de los 80), NASA decidió desactivar DSS-62 en 1981 y trasferirla al INTA, que después de varios intentos la cerró totalmente en 1986.



Los Príncipes en el principio de la Estación de Robledo (1965) con el director general del INTA y la dirección americana y española de La Estación.



La Princesa Sofía y su madre la Reina Federíca de Grecia, visitando la Estación de Robledo en 1966.



El padre de la Astronáutica, Wernher Von Braun, visita la Estación de Robledo en los años 70.



Los Principes en la Estación de Fresnedillas.

La Estación de Fresnedillas

La construcción se inició simultáneamente a la anterior, entre Fresnedillas y Navalagamella, para la Red de Vuelos Espaciales Tripulados (MSFN), que con las otras dos, en California y Australia, se dedicarían al Programa *Apollo* para comunicación con los astronautas a distancias lunares. Se montó una antena de 26 metros tipo XY de movimiento rápido, y estuvo operativa en 1967. Posteriormente se añadió una de 9 metros para reserva (figura 7).

Participó en todas las misiones *Apollo*, desde la 7 hasta la 17, y mantuvo el crítico contacto de los astronautas con Tierra una tercera parte del tiempo de vuelo. El emocionante primer descenso sobre la Luna ocurrió sobre Fresnedillas, aunque la salida de Armstrong fue más de 6 horas después, ya sobre Goldstone (California) (figura 9).

Una vez alcanzada la plantilla total de 150 a finales de 1972, coincidiendo con la última misión, el *Apollo* 17, se realizó la cesión de responsabilidades al INTA en 1972, completando así la transferencia del Complejo de NASA en Madrid (figura 8).

La Estación continuó participando en otras misiones tripuladas, *Skylab 2, 3* y *4, Apollo Soyuz*, y los primeros vuelos del nuevo Trasbordador Espacial (*Space Shuttle*). NASA, después del *Apollo*, decidió eliminar algunas redundancias, integrando las redes MSFN y STADAN en una sola, STDN, para satélites terrestres incluyendo los lanzamientos ocasionales del Trasbordador.

El gran cambio vino con el *Tracking and Data Relay Satellite System* que ponía varios satélites de comunicaciones en órbita geoestacionaria para dar cobertura total al Trasbordador y otros orbitadores terrestres. El final de esta brillante historia fue la desactivación de la Estación y el traslado a Robledo de la antena de 26 m con su equipo asociado y parte del personal.

Las instalaciones de Fresnedillas fueron cedidas al Gobierno español en 1987 y aceptadas por el Ministerio de Defensa.

La expansión de Robledo y el *Viking* a Marte

De acuerdo con los planes de NASA para la exploración planetaria, se aprueba la construcción, dentro del recinto original de Robledo, de una antena gigante de 64 m, tipo Az-El con recepción en bandas S y X. Se denominó Robledo II o DSS-63, y estuvo operativa en 1973 (figuras 10 y 11).

Esta y sus homologas en California y Australia permitieron iniciar la exploración de los planetas exteriores, con el *Pioneer 10*, primero en atravesar el Cinturón de Asteroides llegando a Júpiter en 1973. Un año después, su gemelo *Pioneer 11* siguió el mismo camino, pero utilizando la asistencia gravitatoria de Júpiter llegó a Saturno en 1979.

Robledo y Cebreros siguieron muy activas con las misiones mencionadas, así como con el *Mariner 10* a Venus y Mercurio, el *Helios* alemán, los *Pioneer 12* y *13* a Venus, la primera fase de los *Voyager* a los planetas exteriores, pero la misión más ambiciosa de la década fue el Proyecto *Viking* a Marte, con tremendas expectativas de detectar posible vida microbiana en la superficie, y en el verano de 1975 despegaron dos grandes naves gemelas, con orbitador y lander, llegando a Marte un año después.

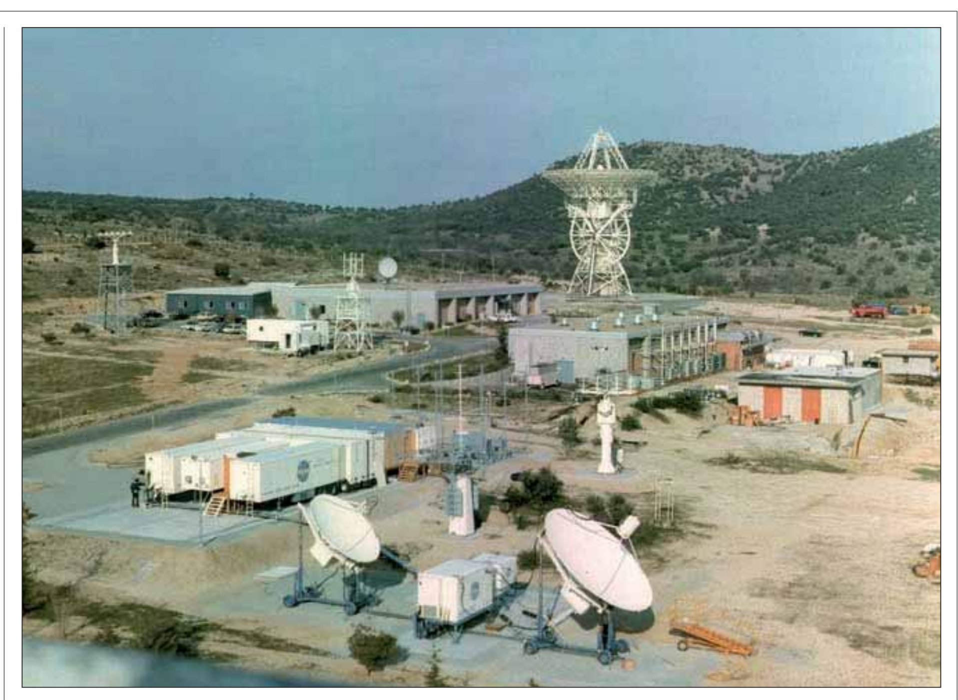


Figura. 7.- Estación de Fresnedillas.



Figura. 8.- La Familia Real en Fresnedillas -Diciembre 1972.

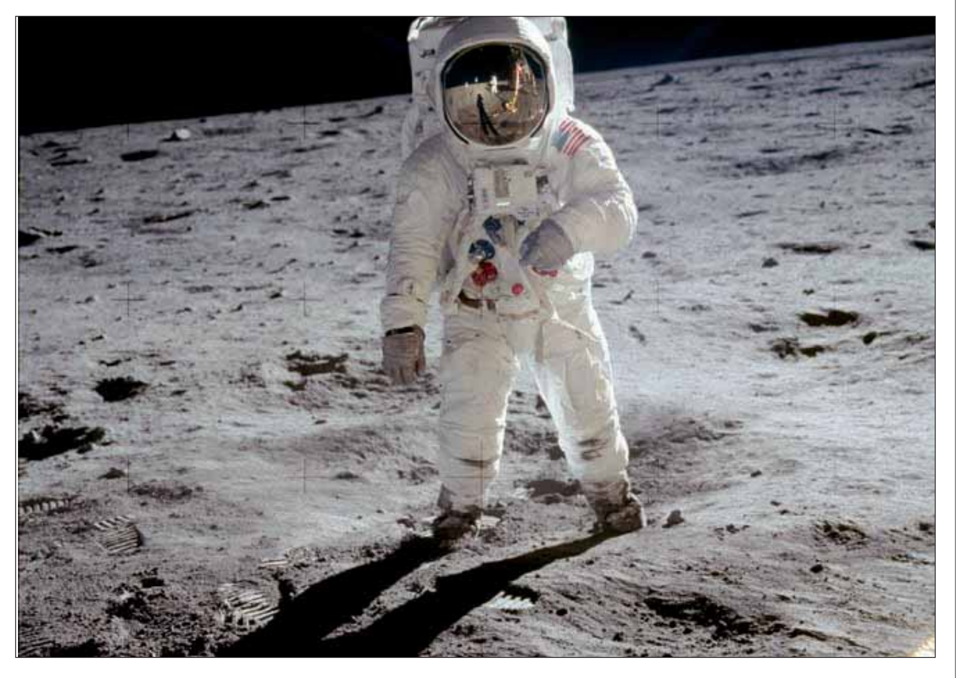


Figura. 9.- La misión más histórica, Apolo 11.

Todo fue perfecto: las primeras sondas en posarse suavemente en la superficie, y en varios años los orbitadores tomaron más de 50.000 fotografías y datos científicos, y las sondas de superficie unas magníficas vistas en color del terreno circundante, pero….¡Los resultados biológicos no fueron concluyentes! (figura 12).

Esta decepción, la resaca del *Apollo* y la nueva era del Trasbordador Espacial, crearon tiempos difíciles y desde 1978 con los *Pioneer 12* y *13* no se lanzó ninguna otra misión interplanetaria en más de 10 años.

No obstante, para adaptarse al futuro y al gran proyecto en curso, los *Voyagers*, en 1979 la antena original de Robledo tuvo una importante modificación, ampliándola a 34 m e instalando la recepción en banda X.

Los *Voyager* a los planetas exteriores y la consolidación del Complejo de NASA para Comunicaciones Espaciales en Madrid (MDSCC)

El gran proyecto de la década fue el *Voyager* que con dos naves lanzadas en 1977 y 78, visitaron Júpiter en 1979, y con la ayuda gravitatoria siguieron a Saturno en 1980 y 81. Como los datos del primero fueron excelentes, el segundo se reorientó para utilizar la gravedad de Saturno y continuar a Urano en el 86 y Neptuno el 89, para eventualmente salir del Sis-



Figura. 10.- Los Príncipes inaugurando DSS-63.

tema Solar, descubriendo antes un maravilloso mundo de planetas gigantes, satélites variadísimos y múltiples anillos (figura 13).

Con pequeñas excepciones, esta fue casi la única misión principal, con cortos y críticos encuentros planetarios separados por largos y tranquilos periodos de crucero.

Una de las destacables excepciones fue el *Venus Balloon Project* que involucraba a las agencias espaciales soviética, francesa y americana. El Complejo de Madrid tuvo una participación muy importante, no sólo por la difícil coordinación técnico-diplomática de los participantes, sino por que se asumió el desarrollo del software para procesar en la DSN las ráfagas fluctuantes de telemetría de los globos soviéticos, dejados en Venus por las naves *Vega 1* y *2* en tránsito al cometa Halley.

Estos periodos permitieron a NASA/JPL abordar importantes rediseños tecnológicos de la Red DSN, y reducción de costes por la consolidación de todas las actividades en Robledo, cerrando Cebreros y Fresnedillas. La consiguiente reducción de personal se gestionó muy bien por parte de INTA y NASA, suministrando personal altamente cualificado a la nueva estación de ESA cerca de Madrid, a otras industrias y a JPL.

Las grandes implementaciones abordadas por NASA en aquella época en el Complejo fueron (figura 14):

– Desmontaje, traslado y montaje de la antena de 26 m de Fresnedillas a Robledo (DSS-66).

– Rediseño informático total del Complejo, con control remoto y operación centralizada (Mark IV A).

Figura 11.- Vista de Robledo I y II hacia 1974.



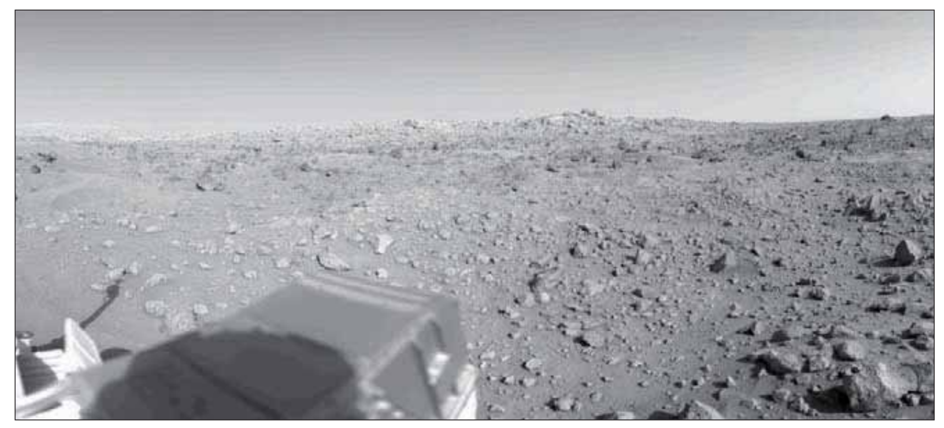


Figura. 12.- Superficie de Marte desde "Viking"1.

– Ampliación a 70 m de la antena de 64 m y superficies de más precisión para el reflector principal y subreflector, con un aumento de ganancia del 59%.

– Una nueva antena (Az-El) de 34 m y alta eficiencia con bandas S/X de recepción y trasmisor de 20 kw en X. DSS-65.

La reactivación: La Era del *Galileo* a Júpiter y el retorno a Marte y Saturno

Tres importantes proyectos planetarios, *Magellan, Galileo* y *Ulises* estuvieron esperando varios años para ser lanzados por el Trasbordador, pero finalmente salieron en el 89 y 90, poniendo a la Red DSN otra vez a pleno rendimiento.

El primero, un orbitador de Venus con Radar de Apertura Sintética, realizó un detallado mapa de la superficie. Por la intensidad operativa supuso un reto para el personal del Complejo.

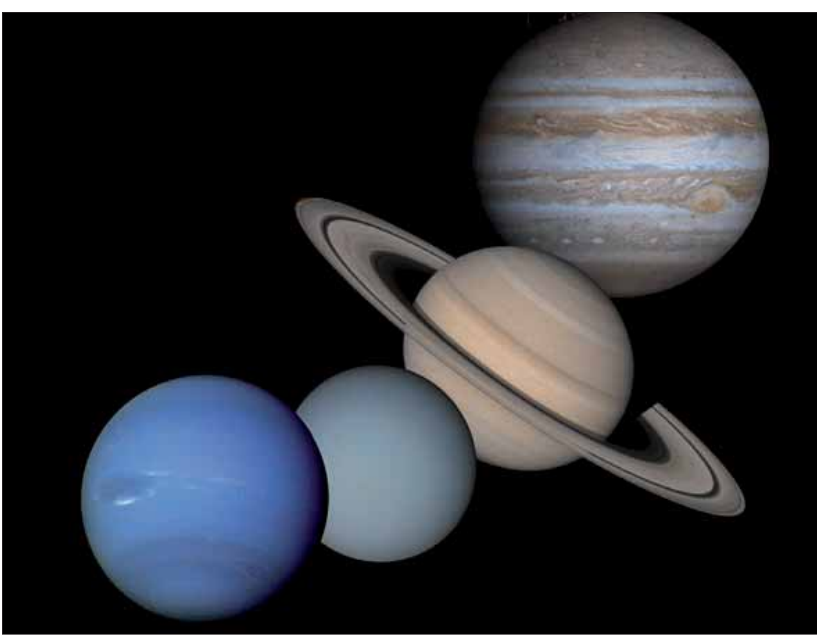


Figura. 13.- Planetas gigantes visitados por "Voyager"2.



Figura. 14.- El Complejo consolidado en 1987.

La participación de la Estación en *Ulises*, sonda de la ESA para explorar las zonas polares del Sol, fue nominal.

En cuanto a *Galileo*, durante su viaje de seis años para entrar en órbita de Júpiter, falló la antena de alta ganancia en banda X quedando la comunicación reducidísima a una pequeña antena de banda S. Aunque la misión estaba prácticamente perdida, la ingeniería de JPL consiguió salvarla parcialmente, con sofisticados rediseños del software de vuelo e importantes cambios en el equipo de Tierra.

El aumento de carga de trabajo, la futura misión Cassini a Saturno y la obsolescencia tecnológica de la antena original DSS-61, fueron la justificación para construir una novísima antena de 34m (DSS-54) en bandas S, X y Ka, operativa en 1997 para el lanzamiento a Saturno. Este tipo de antena, BWG, tiene un reflector más limpio y ligero pues la señal es guiada mediante espejos hasta la planta baja donde se sitúan todos los equipos de recepción y transmisión, para facilidad de mantenimiento y flexibilidad (figura 15).

La DSS-61 fue desactivada de sus funciones, pero por acuerdo de INTA/NASA permanece como radiotelescopio para uso remoto vía Internet por colegios españoles, universidades y astrónomos aficionados (Proyecto PARTNeR).

El cambio de filosofía, con vuelta a los lanzadores clásicos, permitió muchos más proyectos interplaneta-



Figura. 15.- Antena de 34m BWG. DSS-54.

rios, y sobre todo, reiniciar la exploración de Marte más de 20 años después del Viking, tentativamente con dos proyectos más sencillos en cada oportunidad de lanzamiento (cada 26 meses).

Misiones destacables de la última época serían:

– *Mars Global Surveyor* (1996-2006) con excelente cobertura fotográfica/topográfica

– *Mars Pathfinder* (1996-97) Primero en poner un pequeño vehículo móvil en superficie, descendiendo cubierto por "air bags"

– *NEAR* (Feb 96-Feb 2001) Primero en orbitar un asteroide (Eros), finalizando posado sobre la superficie

– *Cassini/Huygens* (Oct 97-Jul 2004- actual). Primera misión en orbitar Saturno (NASA) enviando una cápsula de descenso (ESA) al enigmático satélite Titán.

– *Mars Exploration Rovers* (Jun/Jul 2003-Ene 04-actual). Dos móviles muy equipados que descendieron de forma similar al MPF, en zonas opuestas del planeta. Con su lento desplazamiento, han superado colinas y cráteres, estudiando su geología, recorriendo alrededor de 7000 y 9000 metros en más de 3 años.

– Estas y otras muchas misiones a Marte, Cometas, Medio Solar, etc. suponen una muy importante carga de trabajo para el Complejo de Madrid, y que ha justificado la ampliación en 2003 con otra antena BWG de 34 m (DSS-55) (figura 16).

EL CENTRO ESA EN MADRID

Origen de la Estación de Villafranca (VILSPA)

El *International Ultraviolet Explorer* (IUE) nació a mediados de los 60 como una propuesta europea (RU y ESRO) a la NASA, que se aceptó como un satélite geosíncrono sobre el Atlántico con



Figura. 16.- Vista del MDSCC con 6 grandes antenas: 1x70 m, 4x34 m, 1x26 m.

Figura. 17.- Antena VIL 1 con el castillo al fondo.

el control y la observación compartidos: 2/3 por NASA (GSFC en la costa Este) y 1/3 por ESA en una instalación a construir en Europa.

La existencia de tres estaciones NASA cerca de Madrid y la experiencia operativa de INTA con disponibilidad de personal entrenado, favoreció la decisión de ubicarla en España. Así, en 1974 se firmó el acuerdo con ESA para construir y operar la estación terrena del IUE cerca de Madrid en la zona de Villafranca del Castillo (Villanueva de la Cañada), y que fue inaugurada en 1978 (figura 17).

Las funciones principales de VILSPA eran: seguimiento y control del satélite, control de las operaciones científicas con astrónomos visitantes actuando en tiempo real, y el proceso y distribución de datos a la comunidad científica.

El plan inicial era para tres años, pero por el interés de las observaciones, lo consiguieron mantener activo 18 años, tomando más de 100.000 imágenes de 9.300 objetos astronómicos.

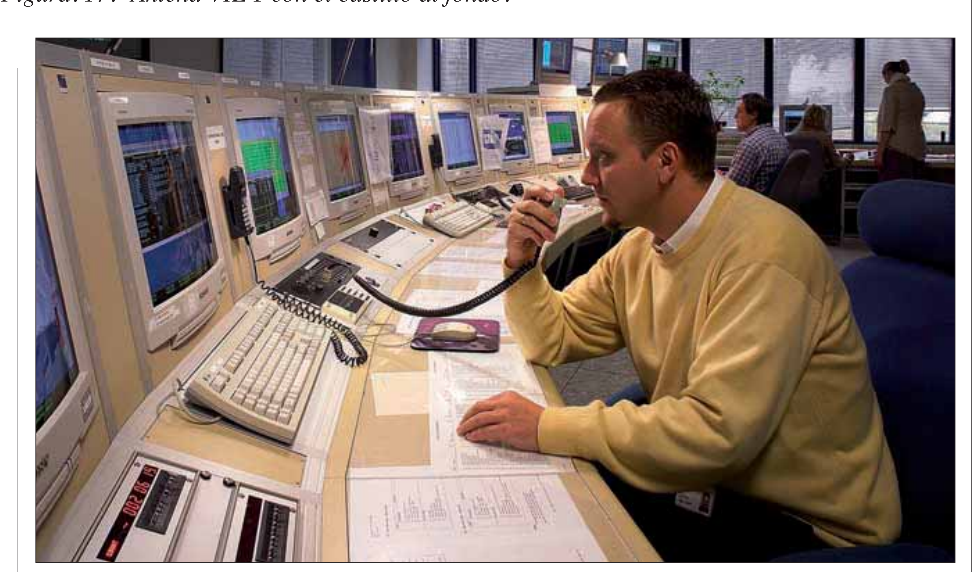


Figura. 18.- Sala de Control del XMM.

Evolución y Proyectos Principales

Como estación de la red ESTRACK de ESA, además del IUE ha participado en otras muchas misiones, en parte con antenas y equipo dedicado. Los más destacables, en orden cronológico, son:

– OTS 2 (*Orbital Test Satellite*)-1978-91.

– GOES 1 (*Geostationary Operational Environmental Satellite*)-Dic 78-Nov 79.

– MARECS (*Maritime Communication Satellite*)-81 y 84 hasta 96. Precursores de la Organización INMARSAT.



Figura. 19.- El importante futuro de Villafranca.

– EXOSAT (*European X-Ray Observatory*)-1983-86.

– ISO (*Infrared Space Observatory*)-Nov 1995- May 98. Observatorio geosíncrono muy importante para la expansión de la Estación, con 3 Centros como en IUE, para control del satélite, operaciones científicas y proceso y distribución de datos.

– XMM-*Newton (X-ray Multi Mirror*)-Lanzado en 1999 se ha extendido hasta 2010, con centros para operaciones científicas y datos (figura 18).

– CLUSTER Cuatro satélites idénticos en órbita polar (2000-2009).

– Además de otros muchos proyectos, el apoyo a la fase de lanzamiento e inyección en órbita de algunos más.

El haber sido Villafranca un observatorio astronómico para algunas misiones, dio lugar en 1991a la creación dentro de ese entorno del Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (LAEFF), como colaboración de INTA, CSIC y ESA para facilitar la interacción de científicos españoles.

ESAC (European Space Astronomy Centre) y la Estación de Espacio Profundo en Cebreros

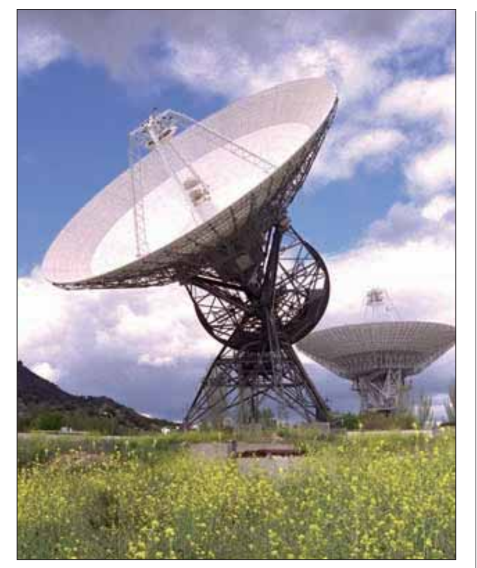
Basado en la evolución histórica de VILSPA, con centros de operaciones científicas y archivos de varias misiones, y el interés mutuo de España y la

Figura 20.- La nueva ESA/DSS en Cebreros.

Vista aérea de las instalaciones de la Estación de Villafranca, hoy ESAC.

ESA, en 2004 la veterana estación se ha designado oficialmente como Centro Europeo de Astronomía Espacial (ESAC). Este nuevo Centro comienza con las mismas funciones, instalaciones y personal de Villafranca, más la reciente inaugurada Estación de Cebreros, pero en el futuro albergará los centros de operaciones científicas y archivos para todas las misiones de ESA en el campo de la astronomía y la exploración planetaria (figura 19).

Al iniciarse en misiones planetarias, ESA decidió desarrollar su red DSN para no depender de la sobrecargada red de NASA, y poder cooperar con ésta. La primera estación se instaló en Australia, pero para la segunda, ESA pensó en la vieja estación de NASA en Cebreros, propiedad del INTA pero cerrada desde 1986. Finalmente en 2003 se firmó el acuerdo con el Gobierno español y 26 meses después se inauguraba la Estación ESA, totalmente rehabilitada y con una nueva y moderna antena de 35 m BWG, dando servicio, de momento, al *Venus Express*, y con varias misiones previstas para el futuro (figura 20).



DSS 61. Vista reciente de la antena original de Robledo inaugurada en 1965 y convertida a 34m de diámetro en 1979. En segundo plano la de 70m.

CONCLUSIÓN

La situación geográfica y la capacidad e interés del INTA hicieron posible que España, a través de estas Estaciones, participara intensamente en la gran aventura de la Era Espacial, y que muchos españoles estén orgullosos de su protagonismo en ella ■

Fresnedillas y los *hombres de la Luna*

José M. Grandela
Jefe de Operaciones INTA-NASA

Cuando en 1995 se estrenó en la Gran Vía madrileña, la película *"Apollo XIII"*, acudí al estreno con talante escéptico e inquisitorial, mosqueado a priori por las muchas aberraciones históricas a que nos tiene acostumbrados Hollywood. Me permitía el lujo de ser crítico porque yo había vivido aquellos dramáticos días de abril de 1970 en la Estación de Seguimiento Espacial de Fresnedillas como técnico de comunicaciones, y los recuerdos permanecían vivos en mi mente, como si acabaran de ocurrir 25 minutos antes, y no los 25 años que se cumplían en aquel momento.

La película me sorprendió especialmente por la fidelidad con que se reflejaban tanto las actividades dentro de las dos naves ensambladas *Aquarius* y *Odyssey*, como la del Centro de Control en Houston. No pude encontrar un detalle erróneo, fantasioso o fuera de lugar, por lo que salí muy satisfecho de la sala.

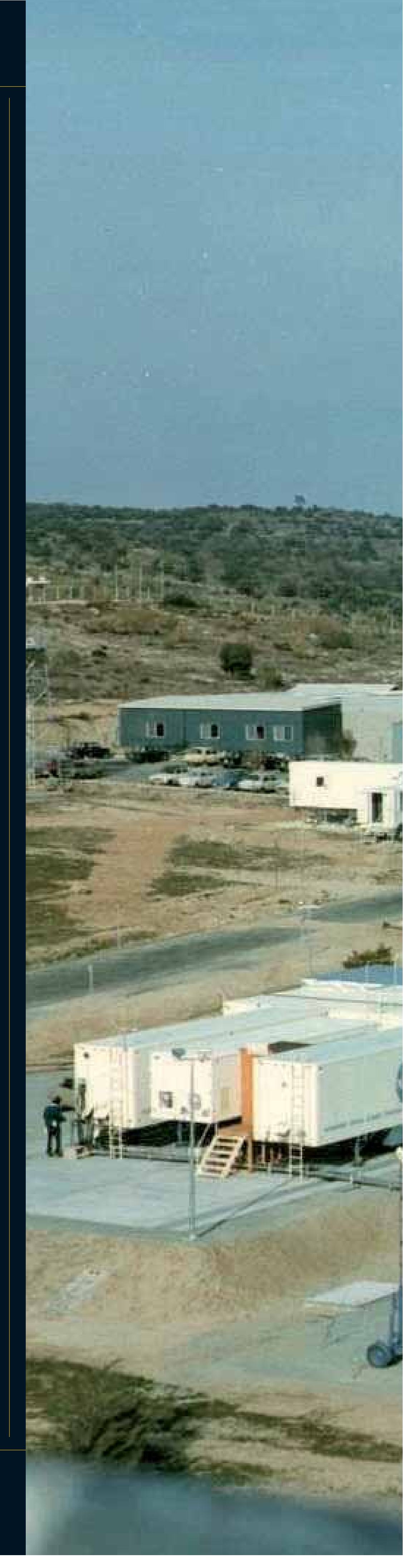
Cuando al salir, cruzábamos lentamente el gran vestíbulo en medio de centenares de espectadores, iba escuchando a unos veinteañeros que iban comentando ciertas escenas de la película. Uno de ellos dijo que él hubiese preferido un final más auténtico, en el que perecieran los tres astronautas. Su novia le atajó inmediatamente, diciéndole que el final era feliz porque así había concluido aquel viaje a la Luna. La réplica del joven me dejó atónito, porque exclamó literalmente: *"¡Anda ya! ¡Como que esa historia ha ocurrido alguna vez!"*.

Aquella anécdota me hizo pensar que, si bien mis viejos compañeros de la Estación de Seguimiento Espacial de Fresnedillas y yo, tendríamos siempre frescas en la memoria las intensas experiencias de nuestra participación -humilde pero imprescindible-, en los programas tripulados de la NASA, el resto del mundo lo iría olvidando hasta llegar incluso a dudar de su existencia, como acababa de comprobar personalmente.

Es imposible narrar en las ocho páginas, que gentilmente me ha cedido *Aeronáutica y Astronáutica*, los cientos de vivencias protagonizadas por el equipo humano de Fresnedillas, que estuvieron indisolublemente unidas al desarrollo de todas las misiones tripuladas de la NASA a lo largo de casi 30 años (1968-1997): *Apollo, Skylab, Apollo-Soyuz, y Space Shuttle*, amén de una treintena larga de satélites interplanetarios y orbitales terrestres, de mayor o menor renombre.

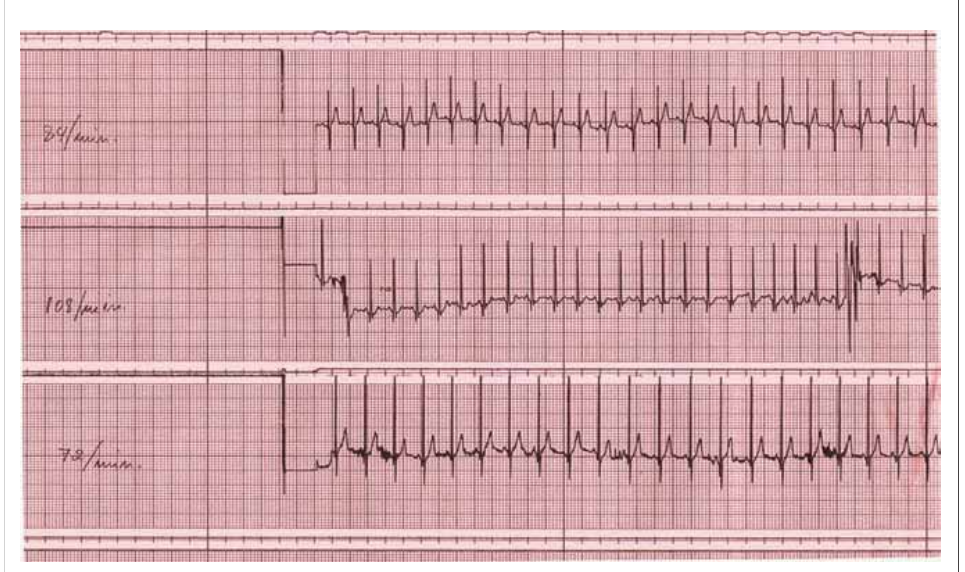
Por eso he decidido desempolvar ahora y dar a conocer algunas añejas anécdotas sólo conocidas por quienes las protagonizamos o fuimos testigos directos de ellas. Son una brevísima muestra de muchas otras que retratan la frenética actividad en que nos desenvolvíamos en Fresnedillas durante el Programa Apollo. Sería una pena que antes de que desapareciéramos todos los que allí estuvimos hace 40 años, no nos animáramos alguno a compilar en un libro una etapa tan irrepetible como aquella.

Creo obligado, antes de entrar en materia, hacer una pequeña introducción que narre el porqué la NASA





decidió solicitar al Gobierno español la construcción de una nueva estación de seguimiento espacial en las cercanías de Madrid, que integraría de forma predominante la incipiente Red de Vuelos Espaciales Tripulados (MSFN, en las siglas inglesas)



Cardiograma Apollo 16.

Para ello debemos retroceder al 25 de mayo de 1961, en que el Presidente John F. Kennedy lanzó un *órdago* al Congreso de los EE.UU., en el que expuso con toda firmeza: *"Creo que esta Nación debe comprometerse a sí misma a lograr la meta de poner un hombre en la Luna y devolverle sano y salvo a la Tierra, antes de que concluya esta década"*.

Aquel arriesgado alegato pretendía neutralizar de una vez por todas los fulminantes éxitos soviéticos en la investigación espacial, que hasta ese momento era de su total dominio. Hay que recordar que un mes antes (12-IV-1961), el soviético Yuri A. Gagarin había logrado ser el primer humano en subir al espacio y orbitar nuestro planeta; y que también había sido soviético el primer satélite artificial (Sputnik 1), lanzado el 4 de octubre de 1957; y el primer ser vivo, una perrita llamada "Laika", que orbitó la Tierra en el Sputnik 2 (3-XI-1957); y el primer impacto en la Luna, con la sonda Luna 2 (12-IX-1959); y el primer vuelo cercano a Venus, con la sonda Venera 1 (12-II-º1961); etc., etc.

El boyante presidente de los EE.UU., recogió el guante del reto soviético y aprobó el presupuesto inicial –y demencial–, de 38.000 millones de dólares, que su antecesor en la Presidencia, Dwight D. Eisenhower había rechazado –asustado–, tan sólo cinco meses atrás (diciembre 1960) Sin duda, aquel fue también el primer paso hacia la existencia de la Estación de Seguimiento Espacial de Fresnedillas, que encabeza este escrito.

La presencia de hombres a bordo de una nave, que por primera vez abandonara el entorno terrestre para hollar un cuerpo celeste ajeno al nuestro, exigió unas medidas de seguridad como nunca antes se habían intentado. La NASA anunció que pretendía alcanzar el 100% de seguridad en las múltiples fases del proyecto, y aunque la perfección absoluta no existe, sí se estuvo muy cerca de ella.

Fue fundamental la creación de una red de seguimiento terrestre que cubriera todos los rincones del globo, para mantener un contacto permanente entre los astronautas y el Centro de Control en Houston (JSC). La comunicación directa con los arriesgados viajeros era fundamental para su propia seguridad, así como para garantizar el éxito de la misión encomendada. Sus constantes vitales, su voz e imagen, y los miles de señales que informaban del estado –microsegundo a microsegundo–, de los miles de controles e indicaciones del cohete Saturno V y de las naves en las que harían el viaje de 10 días de duración, demandarían una vigilancia exhaustiva por parte del personal especializado en la Tierra.

La Estación de Fresnedillas-Navalagamella (*Madrid Apollo*, para la NASA), nació y se desarrolló en esa dinámica de cuenta atrás. El primer equipo humano que la manejó era totalmente norteamericano, pero en el acuerdo de cooperación científica entre los Gobiernos de los EE.UU. y España había una cláusula exigiendo la sustitución –a la mayor brevedad posible-, del personal técnico foráneo por homólogos españoles una vez que estos hubieran demostrado su perfecta capacitación, de modo que ya había técnicos españoles durante el primer vuelo tripulado del proyecto Apollo (Apollo VII).

La importancia de nuestra misión nos la manifestaban los propios astronautas con bastante frecuencia. De mis notas he sacado una pequeña conversación en la Navidad de 1968, entre Houston y el astronauta William A. Anders del Apollo VIII (a punto de ocultarse detrás de la Luna), en la que le recordaban a éste que ya era hora de irse a dormir. La frase fue: *"Bill, it's time for relax!"*, contestándo éste: *"OK. We'll go for relax but only if you don't."* (De acuerdo, nos vamos a descansar, pero sólo si vosotros no lo hacéis). Todos entendimos el mensaje subliminal que venía a decir: ¡Por favor, no nos dejéis desamparados aquí arriba!

El 13 de abril de 1970, dos días después de haber despegado el Apollo XIII de Cabo Cañaveral, y viajando ya a 200.000 Km. de la Tierra, el comandante de la misión James A. Lovell se "retiró" a descansar las siguientes nueve horas estipuladas, con sus compañeros John L. Swigert y Fred W. Haise, cerrando el micrófono con la siguiente frase: *"This is the crew of Apollo XIII wishing everybody down there a nice evening. Good night"*. (La tripulación del Apollo XIII desea a todos allá abajo, una velada placentera. ¡Buenas noches!).

Pero nuestro gozo en un pozo, porque tan solo nueve minutos después, Swigert anunció nervioso: *"Houston. We've had a problem.!"* (¡Houston.

Hemos tenido un problema.!). Allí empezó una gravísima crisis que tuvo pendiente de un hilo durante cuatro días, las vidas de los tres astronautas.

En Fresnedillas pudimos contemplar en directo las imágenes que nos enviaba Lovell mirando hacia fuera con su cámara, en las que destacaba un chorro de burbujas escapando del llamado Módulo de Servicio (SM), aunque el difícil ángulo de la ventana impedía localizar el origen exacto de la fuga.

La casi certeza de que se avecinaba una tragedia, nos motivó a algunos a permanecer en Fresnedillas tras ser relevados por nuestros compañeros. Aunque los jefes nos obligaron a desalojar las áreas de operaciones, nos escondíamos detrás de los equipos donde no estorbáramos ni fuéramos visibles, porque queríamos saber paso a paso lo que ocurría a los "chicos" del Apollo XIII. Cuando el sueño nos vencía, bajábamos a los dormitorios a dar una cabezada, antes de ducharnos y volver prestos a nuestros puestos. Yo personalmente estuve sin volver a mi casa los cuatro días que tardó el *Odyssey* en retornar a la Tierra, el 17 de abril de 1970, y el final feliz ya lo conocemos todos, excepto aquel joven al que escuche el día del estreno de la película.

La NASA se tomó su tiempo (nueve meses) para analizar el grave problema, antes de volver a mandar hombres a la vieja Selene. La prensa dejó traslucir una inevitable aura de expectación sobre la misión Apollo XIV, lo que atrajo a la Estación de Fresnedillas una nutrida nube de corresponsales de diferentes medios de comunicación. La relevancia de nuestra labor fue divulgada en crónicas y programas informativos de televisión durante las semanas precedentes, lo que propició el ambiente en el que se desarrolló la siguiente anécdota.

Y llegó el día que todos esperábamos, el domingo 31 de enero de 1971. Cuando acudíamos a nuestro primer encuentro con la tripulación del Apollo XIV, que horas atrás había despegado rumbo a la Luna, la habitual caravana de una veintena de coches se topó con una multitud que bloqueaba enteramente la carretera general, porque llevaba en procesión a la Virgen de la Candelaria, y a San Blas, ambos patronos de Valdemorillo, cuya festividad celebran los *"cogochos"* (gentilicio de esa localidad) el 3 de febrero.

La casualidad hizo que yo fuera en el primer coche, y que se acercara a mí un sargento de la Guardia Civil –a quien yo conocía de haber ido a prestar vigilancia en Fresnedillas alguna que otra noche–. Mientras nos pedía paciencia por la imposibilidad manifiesta de continuar ruta, alguien entre el gentío que nos rodeaba, dijo en voz alta: *"¡Hay que dejarles pasar! ¡Son los de la "Base"! ¡Son los hombres de la Luna!"*. La exclamación encontró eco, y fue pasando de boca en boca hasta convertirse en un pequeño clamor.

El sargento mencionado, al verse arropado por los vecinos, se dirigió con algunos de ellos a la cabecera de la procesión, presidida por el cura párroco y el alcalde, con quienes parlamentaron, volviendo seguidamente a donde esperábamos, para decirme: *"Me han dicho que Vds. pertenecen a la "Base Americana", y que los astronautas de la Luna pudieran correr peligro si ustedes no llegan a la "Base" a tiempo. Por esa razón, se va a detener un momento la procesión para abrirles paso a ustedes, y que puedan*



Evans-Grandela.- El autor entrevistando al astronauta del ApolloXVII, Ronald Evans (1976).

continuar y cumplir con su importante responsabilidad”. Y dicho y hecho, el amasijo de personas que saturaban la Plaza Mayor, rodeando ambos pasos de la procesión, se fue “estirando” hasta dejarnos un estrecho pasillo, por el que la larga caravana fue pasando mientras nos señalaban diciendo: *“¡Son los hombres de la Luna!”*.

Aquella fue, sin duda, una de las anécdotas más jugosas –y jocosas–, de aquellos agitados años de nuestra juventud, y que ha dado pie al título de este artículo.

Algo más de un año después, el 24 de abril de 1972, a 300.000 Km. de la Tierra, tres hombres volvían en el Apollo 16 del penúltimo viaje del Programa Apollo a la Luna. Sus nombres eran: John W. Young, Thomas K. Mattingly, y Charles M. Duke, y habían viajado en dos pequeñas naves: el módulo de Mando y de Servicio (CSM), llamado *Casper*, que les llevó a la Luna y les trajo de vuelta a la Tierra; y el módulo lunar (LM), llamado *Orión*, con el que descendieron a la superficie lunar.

Ya encarrilados camino de nuestro planeta, el comandante Young mantenía dilatadas conversaciones con el Johnson Space Center, en Houston –a través de nuestros equipos de Fresnedillas–, con aburridas listas de comprobaciones técnicas, que nosotros escuchábamos y vigilábamos para que transcurrieran sin problema alguno, como era nuestro cometido.

Sobre conmemorativo del lanzamiento del Apollo XVII, con las firmas de Sus Altezas Reales, los Príncipes de España.

De repente se cortó la comunicación entre Madrid y Houston, por un fallo técnico en las líneas telefónicas internacionales. El comandante Young, ignorante de las razones de la interrupción, comenzó a llamar insistentemente: *“Houston, this is Casper. Over!”*(¡Houston, aquí Casper. Cambio!), *“Houston, this is Casper. Over!”*, repitiendo las llamadas con nerviosismo *in crescendo* en su voz.

En Fresnedillas, las agujas de los electrocardiogramas comenzaron a garrapatear el papel con trotecillo creciente, lo que nada bueno presagiaba. Cuando el corazón de John Young alcanzó las 120 pulsaciones por minuto, el Jefe de Operaciones (Madrid Ops) se decidió a intervenir para calmar al nervioso comandante del Apollo 16. Se identificó, diciendo que la Estación de Madrid (*Madrid Apollo*) controlaba perfectamente todas las fases de la misión, y que el silencio de Houston se debía a un problema menor, que se solucionaría en breve.

Aquellas palabras tuvieron un mágico resultado, porque el comandante Young, a pesar de su veteranía en el espacio (Gemini III, Gemini X y Apollo X), lanzó a las ondas un torrente de piropos que nos sorprendió a todos: *“Oh, Madrid! Beautiful Madrid! Wonderful Madrid! Outstanding Madrid!*. Las calmantes palabras de nuestro Jefe de Operaciones, tuvieron la virtud de ir relajando a aquellos tres hombres, quienes recuperaron en brevísimo tiempo sus ritmos vitales normales, con gran alivio de todos.

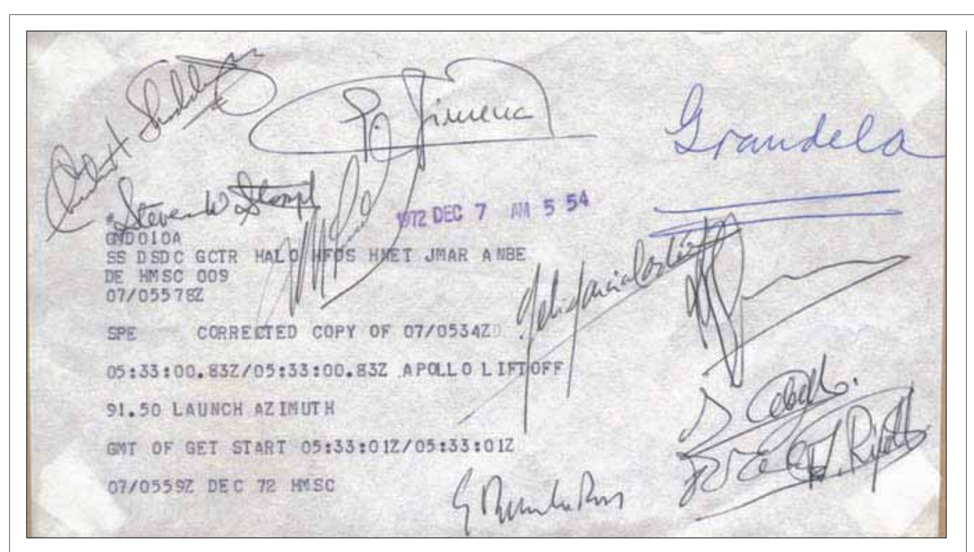
Pocos minutos después, se restablecieron las comunicaciones entre Houston y Fresnedillas, retomando los técnicos del Johnson Space Center el control del Apollo 16. El susto había pasado. Tres días después, los astronautas Young, Mattingly, y Duke fueron rescatados sanos y salvos en el Océano Pacífico, por el portaviones USS Ticonderoga.

Años más tarde, concretamente en 1981, John W. Young, visitó la instalación de Fresnedillas tras su feliz primer vuelo del transbordador *“Columbia”*. Aprovechó la ocasión para agradecer nuestra intervención de años atrás, y comentó que el saberse protegidos desde nuestra estación, fue para ellos como si les hubiésemos tendido una milagrosa “pasarela”, que les unió sólidamente a su anhelado hogar, la Tierra. Fueron bonitas palabras que todos agradecimos, y que sumamos al largo bagaje de gratos recuerdos de aquellos fatigosos años.

Cuando yo me incorporé al equipo humano de Fresnedillas, en el año 1969, el Programa Apollo constaba de 21 vuelos, y se pretendía rematarlo con una fase llamada “Apollo Application” (Desarrollo del Apollo) que instalaría una base habitada permanentemente en la superficie lunar y debajo de ella. El proyecto era muy ambicioso y sugerente, pero se vio truncado por la apatía del pueblo norteamericano, que había perdido el interés al ver que los rusos habían “tirado la toalla” en la pugna de ser los primeros en poner un hombre propio en la Luna.

Los congresistas no vieron razón para seguir gastando el dinero a espuertas en traerse unos kilos de piedras de la Luna, y ante el drástico recorte presupuestario, la NASA decidió que el Apollo XVII sería el último en ir a la Luna, y a él pertenece la siguiente anécdota.

El 7 de diciembre de 1972, el Apollo XVII despegó de Cabo Cañaveral, siendo el primero en hacerlo de noche. Lo tripulaban Eugene Cernan, comandante del Apollo, Harrison


1972 DEC 7 AM 5 54
GND010A
SS DSDC GCTR HALO HFOS HMET JMAR ANBE
DE HMSC 009
07/0557Z
SPE CORRECTED COPY OF 07/0534Z
05:33:00.83Z/05:33:00.83Z APOLLO LIFTOFF
91.50 LAUNCH AZIMUTH
GMT OF GET START 05:33:01Z/05:33:01Z
07/0559Z DEC 72 HMSC

Apollo 17 twx.- Teletipo del Centro Espacial de Houston (JSC) recibido en la Estación de Seguimiento de Fresnedillas, anunciando el lanzamiento del Apollo XVII hacia la Luna (7 Dic 1972) Autografiado por los máximos responsables de la Estación.

Schmitt, piloto del módulo lunar (LM) *Challenger*, y Ronald Evans, piloto del módulo de mando y servicio (CSM) *América*.

La misión transcurrió con toda normalidad, y el día 14 nos aprestamos para la despedida definitiva de la presencia humana en la Luna. Era casi la medianoche en Madrid, cuando aparecieron repentinamente en la Estación los entonces Príncipes de España - hoy nuestros monarcas-, D. Juan Carlos y Dña. Sofía. Venían solos en un Mercedes que conducía el propio Príncipe, acompañados únicamente de un ayudante de militar (recuerdo que era un teniente coronel del Ejército del Aíre)

La sorpresa nos pilló a todos en *"off-side"*, por utilizar un término futbolístico. Tras una breve salutación, pues estábamos en plena *faena* y la real pareja no quería alterar nuestro ritmo de acción, les conseguimos dos sillas, acomodándose discretamente en la reducida sala de control, desde donde observaron y escucharon el tráfago de instrucciones con que Houston nos bombardeaba, preparatorias para el gran momento del despegue desde la Luna de los astronautas Cernan y Schmidt.

D. Juan Carlos nos comentó que había acudido aquella noche a Fresnedillas para participar con nosotros de aquellos históricos momentos, porque le habían informado de que muy posiblemente aquella era la última ocasión en que el hombre pisaría la Luna en el siglo XX, y buena parte del Siglo XXI. Había evitado a sabiendas cualquier protocolo que hubiese traído tras él una cohorte de autoridades civiles y militares, que sin duda hubiesen obstaculizado nuestra crítica labor.

El comandante Cernan, antes de introducirse en el *Challenger*, cargado con 115 kilos de piedras seleccionadas por el astronauta y geólogo Schmitt, dejó en el suelo una placa conmemorativa de la última presencia humana en nuestro satélite. Pidió atención al leer el mensaje –que todos en Fresnedillas le prestamos–, y que resultó corto pero emotivo: *"Este es nuestro homenaje que permanecerá aquí hasta que alguien como nosotros, alguien de los que estáis allá abajo, que sois la promesa del futuro, volváis para leerla y continuar la exploración y el espíritu del Apollo"*.

Llegado el momento del adiós definitivo, la parte superior de la *araña* salió disparada como un proyectil, esfumándose en pocos segundos de nuestra vista, a pesar de que elevamos la cámara de televisión del Lunar Rover, para ver cómo se iba empequeñeciendo el *Challenger*, camino a su cita con la nave *América*, donde les esperaba desde hacía tres días, impaciente, Ronald Evans.

Si impresionante fue el fugaz despegue, mucho más lo fueron la imagen que nos ofreció la televisión cuando, dirigida por un colega, nos mostró el abandonado campamento lunar, yermo, sin vida alguna, donde era casi imposible no oír el denso silencio que volvería a permanecer inalterable por muchos, muchos años.

Hoy, 35 años después de aquella noche tan especial, conservo –además de los recuerdos muy resumidos que acabo de compartir–, los autógrafos que ambos Príncipes (hoy Reyes) me dedicaron con su mejor talante y cortesía. El soporte es un sobre que me habían enviado del Centro Espacial de Houston unas semanas antes para conmemorar aquella última misión. Presenta el emblema oficial del Apollo XVII, y yo me encargué de que me matasellaran con esmero en el Palacio de Comunicaciones, en Madrid, el día del despegue del Saturno V desde Cabo Cañaveral. No hay duda de que es un pedacito de historia muy especial, refrendada de puño y letra por una ilustre pareja.

El último técnico norteamericano abandonó Fresnedillas en el año 1974, tras la feliz conclusión del Programa Skylab. Aquel "Boabdil" de la particular "Reconquista" del reducido solar patrio, que era la Estación de Seguimiento de Fresnedillas, dio paso a nuevas expectativas, además de la satisfacción de pasar a ser nuestros propios censores. Las frecuentes felicitaciones de la NASA en los programas tripulados *Apollo-Soyus* y *Space Shuttle*, reforzaron nuestra seguridad en que correspondíamos fielmente a la confianza depositada en nosotros.

Cuando el nuevo Director español, D. Luis Ruiz de Gopegui recogió el testigo de su homólogo estadounidense, le regalamos un cajón con cientos de aspirinas, y una maza medieval con cadena y bola de pinchos. Y ¡vive Dios que hizo uso de ambos regalos con generosa liberalidad!

Para concluir esta humilde abstracción de mi memoria, he querido traer las palabras del astronauta Eeugene Cernan, al pisar por primera vez el polvoriento suelo lunar: *"Houston, al poner el pie en la superficie de Taurus-Littrow, quiero brindar este primer paso del Apollo 17 a todos aquellos que lo han hecho posible"*.

Gratas palabras que supimos agradecer interiormente, porque siempre gusta recibir una palmadita en la espalda, aunque sea colectivamente. ■

La carrera de los grandes telescopios

Carlos Martínez Roger
Subdirector del Instituto de Astrofísica de Canarias

Cuando en 1957 la URSS lanzó y puso en órbita el primer satélite artificial –el *Sputnik1*–, el telescopio astronómico terrestre más grande del mundo –el *Hale*, de 5 metros de diámetro– llevaba ya nueve años escudriñando el firmamento desde el Observatorio de Monte Palomar, en California. Este telescopio continuó siendo el mayor durante más de tres décadas. ¿Por qué se produjo ese parón en la "carrera de los telescopios"? Parecía como si los constructores de estos instrumentos se hubieran tropezado con una barrera tecnológica que les impedía continuar y construir telescopios más y más grandes.

El telescopio americano fue concebido por George Ellery Hale en 1928 y financiado por la Fundación Rockefeller (costó aproximadamente 6 millones de dólares). El espejo fue construido por la empresa "Corning Glass" de Nueva York. La fundición del bloque de vidrio de Pyrex con mezcla de cristal de cuarzo (era la mayor pieza de vidrio jamás construida) fue un proceso largo y complejo, dado que para que no se generaran tensiones entre la superficie y el interior del bloque que pudieran producir fisuras y deformaciones posteriores, una vez fundido debía enfriarse homogénea y muy lentamente. En este caso, el proceso de enfriado duró diez meses. Posteriormente, en la fase de pulido, para darle a una de sus caras la forma deseada, se tardaron casi diez años, debido al frenazo que supuso la Segunda Guerra Mundial. El espejo final pesó 14 toneladas y el conjunto del telescopio, con una estructura ecuatorial, es decir, con uno de sus ejes paralelo al eje de rotación de la Tierra, llegó a pesar 500 toneladas. Se inauguró el 3 de junio de 1948 (figura 1).

Hasta el año 1976, en que vio su primera luz el telescopio de 6 metros de la Academia de Ciencias de la URSS, el telescopio *Hale* fue el mayor telescopio del mundo, y de forma realista lo fue hasta la llegada de los telescopios de la serie 8-10 metros en los años 90, dado que el 6 metros ruso nunca funcionó adecuadamente.

El telescopio ruso, llamado *Bolshoi Teleskop Azimutalnyi* (BTA), comenzó su construcción en 1966 y vio su primera luz diez años después. Este telescopio se diseñó ya con una estructura altazimutal, del tipo de las utilizadas en los teodolitos o las torretas de los cañones. Una montura ecuatorial de estas dimensiones habría tenido serios problemas de deformaciones mecánicas, aunque se complicó el sistema de seguimiento de las estrellas necesario para compensar la rotación terrestre. Esto tendría que hacerse moviendo los dos ejes al mismo tiempo, de forma muy compleja para los ordenadores y sistemas de control de la época. En el caso del 6 metros BTA, los astrónomos fueron incapaces de frenar las deformaciones del espejo debidas a su propio peso, que distorsionaban la imagen. Entre los astrofísicos, se decía que el 6 metros era "el telescopio de 3 metros más grande del mundo" debido a que las deformaciones que sufría la superficie del espejo eran





Telescopio GTC. El GTC en los días previos a su primera luz el 13 de julio de 2007. Foto: GRANTECAN, IAC



Figura 1: Telescopio Hale. El Telescopio Hale de 5 metros del Observatorio de Mt. Palomar ha sido durante más de 30 años el telescopio más grande del mundo y hoy en día aun continúa haciendo ciencia de primera fila. Foto: Mt. Palomar Observatory

tan grandes, que sólo se conseguía una imagen razonable limitando la superficie útil a los 3 metros centrales.

Entre los 70 y los 80 vieron la luz varios telescopios de esta serie, con diámetros de espejo primario entre 3 y 4,2 metros. Uno de ellos, el telescopio anglo-holandés William Herschel, de 4,2 metros, instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos del Instituto de Astrofísica de Canarias (La Palma) en 1985, fue el más grande y moderno de su época después del Hale. La gran mayoría de estos telescopios se construyeron ya con montura altazimutal, haciendo amplio uso de los avances en los ordenadores. Muchos de estos telescopios, y en particular el WHT, han sido y siguen siendo científicamente más rentables que el de Hale por la altísima degradación que ha sufrido el Observatorio de Monte Palomar debido a la contaminación luminosa de las inmensas urbes cercanas.

La razón fundamental de ese parón en el aumento del diámetro de los telescopios astronómicos, durante más de treinta años, hay que buscarla en la tecnología de fabricación del espejo principal. Se necesitaban espejos lo suficientemente rígidos para evitar que se deformaran y, por tanto, había que construir espejos muy gruesos y pesados (recordemos que el peso del espejo del telescopio *Hale* era de 14 toneladas y el de 6 metros BTA de 42) (figura 2).

Por otro lado, los avances tecnológicos, sobre todo en el campo de los detectores, hacían que, con el mismo telescopio, mejorando la sensibilidad de los instrumentos, los astrónomos fueran capaces de detectar objetos mucho más débiles. Con las placas fotográficas se detectaban menos de 10 de cada 100 de los fotones incidentes en el telescopio, mientras que los detectores basados en el efecto fotoeléctrico o en semiconductores llegaban a tener eficiencias cercanas al cien por cien, aumentando en más de un orden de magnitud la sensibilidad de los telescopios existentes. Este cambio de sensibilidad en los detectores era equivalente a multiplicar por 10 el área colectora del telescopio, es decir, en cierto sentido, gracias a los avances en los detectores, se transformaba un telescopio de 5 metros en un telescopio equivalente de “16 metros”. Este ejemplo ilustra la importancia de la innovación con-

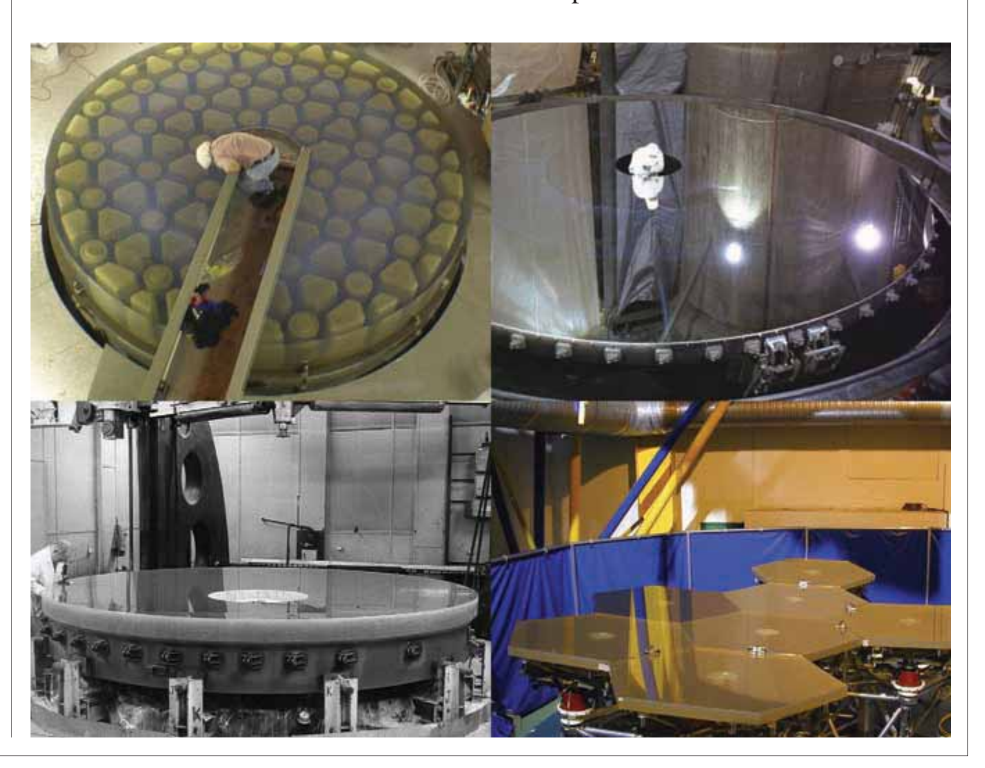


Figura 2: Espejos astronómicos. En la imagen podemos apreciar cuatro espejos de distintos telescopios: a la izquierda arriba, el espejo del telescopio Hale de 5 metros, que está aligerado y tiene un peso de 14 toneladas (como comparación, el espejo del telescopio de 6 metros BTA pesa 43 toneladas). Abajo, el espejo de 4,2 metros de diámetro del Telescopio William Herschell que tiene un espesor de 56 centímetros. A la derecha y arriba, uno de los modernos espejos de 8 metros con un espesor de 17 centímetros y un peso que ronda las 20 toneladas. Abajo, varios segmentos del espejo del GTC. Los 36 segmentos del GTC forman una superficie reflectante equivalente a un espejo circular de 10,4 metros de diámetro, los segmentos tienen un espesor de unos 7 centímetros y un peso total, los 36 segmentos, próximo a las 18 toneladas. Foto: SAGEM, ING, Mt. Palomar, GRANTECAN.



Figura 3: Observatorio de Paranal, en Chile, con los cuatro telescopios de 8,2 metros que forman los telescopios VLT (Very large Telescope) de ESO (European Southern Observatory). Se ven las plataformas sobre las que se sitúan otros telescopios auxiliares de 1,8 metros. Los haces de luz de los telescopios individuales pueden llevarse a una posición central mediante túneles donde se encuentra el laboratorio de interferometría. La Primera Luz, con el primero de los cuatro telescopios, se realizó en junio de 1998. Foto: ESO

tinua en los instrumentos, y explica por qué hoy en día el telescopio de 5 metros de Monte Palomar aun continúa activo. Y es también la razón de por qué no hubo un parón semejante, al del tamaño de los telescopios, en la investigación astrofísica.

Nos encontramos en ese punto en el cual los astrónomos, gracias a los nuevos detectores, utilizaban al 100% las posibilidades de los telescopios y demandaban mayores superficies colectoras para seguir avanzando. Se avecinaba un cambio semejante al que originó el paso de los telescopios refractores (de lentes) a los reflectores (de espejos), a principios del siglo XX. En este caso, las lentes ya no podían hacerse más grandes (el mayor telescopio refractor era, aproximadamente, de 1 metro). Y surgieron los reflectores con espejos de sustrato de vidrio recubiertos de metal (Plata o Aluminio), que eran mucho más sencillos y baratos. Al mismo tiempo se entendió que el sitio donde se colocara el espejo era tan importante como el tamaño del mismo. Y los telescopios "gigantes" de la época comenzaron a ubicarse en las montañas, lejos de la contaminación lumínica de las ciudades y donde la distorsión atmosférica era menor.

En los años 70 se iniciaron proyectos para superar la barrera de los 5 metros. La mayoría de los nuevos proyectos continuaron los desarrollos de espejos monolíticos, pero mucho más ligeros, de modo que necesitaban de una estructura de soporte muy bien controlada que mantuviera la forma de los mismos. Así, se desarrollaron nuevas técnicas para la fabricación de espejos de hasta 8 metros ligeros que han permitido la construcción de toda la serie de telescopios de 6-8 metros de diámetro. Y sólo unos decidieron trocear el espejo principal y hacer un telescopio con un espejo de 36 segmentos hexagonales muy delgados (Keck).

El proyecto de telescopio de 10 metros de la Universidad de California recibió una donación de la Fundación William M. Keck y en 1985 se inició la construcción de dos telescopios de 10 metros (el primero se terminó en 1990 y el segundo en 1996), situados en la cumbre de Mauna Kea, en Hawaii, a aproximadamente 4.000 metros de altitud. Los 36 segmentos de estos espejos, que en conjunto forman un espejo de 10 metros de diámetro, están controlados por multitud de mecanismos, motores y sensores de posición.

Todos los telescopios de la serie 8-10 metros se sitúan en el continente americano. En Hawaii se encuentran el japonés *Subaru* y el anglo-canadiense-americano *Gemini North*; y en Arizona está en construcción el LBT (*Large Binocular Telescope*), que, sobre una única montura, llevará dos espejos monolíticos de 8 metros y los ya mencionados telescopios *Keck* de 10 metros. Y en cuanto al Hemisferio Sur, en Chile están el *Gemini South* y

el VLT (*Very Large Telescope*) (figura 3). El proyecto de la ESO (*European Southern Observatory*), consistente en cuatro telescopios de 8 metros de diámetro cada uno, está especialmente diseñado y construido con la posibilidad de poder juntar y hacer interferir la luz que proviene de los cuatro telescopios. Todos estos gigantes vieron la luz a finales del siglo pasado y principios del presente.

Hay que añadir a la lista otro tipo de telescopio segmentado, que podemos denominar telescopio "estático". Es un telescopio segmentado de espejo esférico, en el que, para evitar las deformaciones del espejo primario debidas a la gravedad y a los cambios de inclinación del telescopio, éste se mantiene estático durante la observación. El eje de elevación es fijo y sólo tiene movimiento azimutal (horizontal) para girar el telescopio a la posición deseada. Este tipo de telescopio es el equivalente al radio telescopio de Arecibo, situado en Puerto Rico, donde la antena, estática, es un enorme valle entre montañas. El seguimiento de las estrellas durante la observación se realiza mediante desplazamientos del propio instrumento de observación situado en la parte alta del telescopio, en el foco del espejo primario. Se han construido dos, el *Hoby-Eberly Telescope* (HET) en el Observatorio de McDonald en Tejas (EEUU), que entró en operación en octubre del año 1999. Y el *Southern African Large Telescope* (SALT) situado en el South African Astronomical Observatory (SAAO), que observó su primera luz en el año 2005. Ambos telescopios son muy similares, constan de un espejo esférico formado por 91 segmentos de 1 metro entre lados opuestos y un espesor de 5 centímetros en los bordes. Estos segmentos componen un espejo de dimensiones 11,1 x 9,8 metros, con un área útil equivalente a la de un círculo de 9,2 metros de diámetro. Este tipo de telescopios tienen la gran ventaja de que su coste es unas 5 veces inferior al de un telescopio convencional de la serie 8 o 10 metros, pero tienen limitaciones en cuanto al área de cielo observable y al tiempo de exposición máximo del instrumento durante el seguimiento de un objeto celeste (figura 4).



Figura 4: Telescopio estático HET del observatorio McDonald con el espejo primario parcialmente montado. Este telescopio, junto con el sudafricano SALT, son los únicos telescopios de este tipo. Sus espejos están pulidos de forma esférica y tienen el eje de elevación fijo. Pueden moverse en azimut sólo para hacer el apuntado. El seguimiento lo realizan moviendo el instrumento colocado en lo alto de la estructura, en el foco primario. El espejo en todo momento tiene la misma inclinación, por lo que no se producen deformaciones debidas a su movimiento, pero, estos telescopios, tienen una serie de limitaciones respecto a un telescopio convencional. Ver texto. Foto: McDonald Observatory

España entró tarde en la historia de los telescopios, pero con el *Instituto*



Figura 5: Edificio GTC. El Gran Telescopio CANARIAS esta instalado a 2.300 metros de altitud en el Observatorio del Roque de los Muchachos, del Instituto de Astrofísica de Canarias, en la isla de La Palma. Este enclave del ORM posee la mayor concentración de telescopios en suelo europeo y junto a Hawaii y algunos parajes del norte de Chile son los sitios candidatos para albergar la nueva generación de telescopios supergigantes. Foto: GRANTECAN, IAC

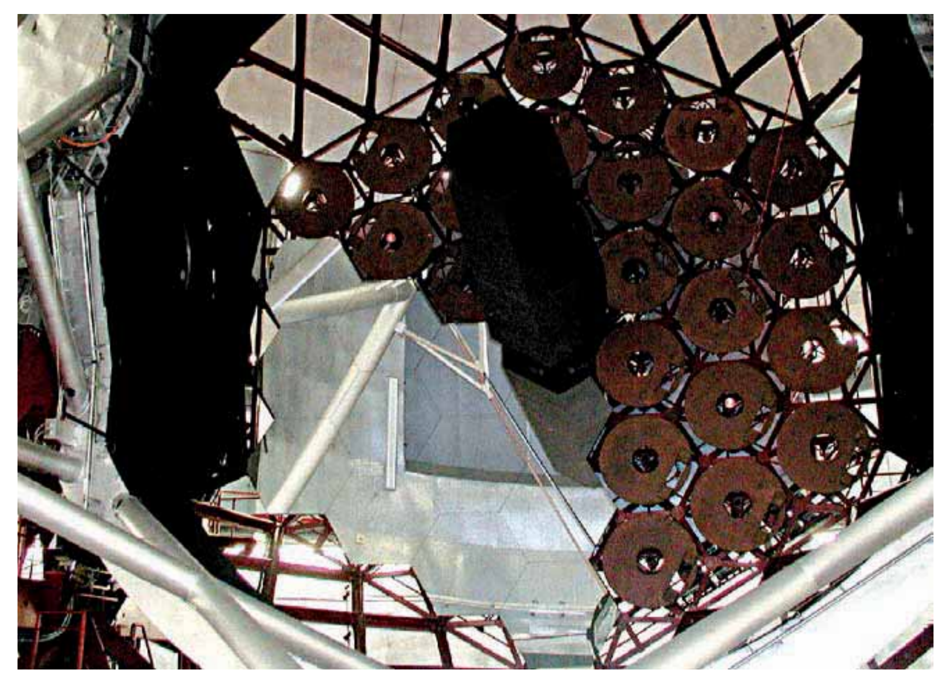


Figura 6: Telescopio y espejo GTC. El Telescopio GTC con 12 segmentos instalados. En esta configuración, con sólo un tercio de la superficie total del espejo, tiene tan sólo el doble de área colectora que el telescopio más grande del ORM el WHT de 4,2 metros. Foto: GRANTECAN, IAC

de Astrofísica de Canarias (IAC) a la cabeza lo ha hecho con buen pie y de forma contundente. En 1996 se vio claro que los telescopios de espejo monolítico representaban el "pasado" y que se debía construir un telescopio con la tecnología de futuro. Así se ha diseñado y construido el *Gran Telescopio CANARIAS* (GTC), que con un espejo cuya área es equivalente a un círculo de 10,4 metros de diámetro es, hoy por hoy, el telescopio óptico–infrarrojo más grande y más avanzado del momento. Esto es así no sólo por un buen equipo de gente joven, capaz y entusiasta, sino también porque se ha construido "sobre hombros de Gigantes", tratando de aumentar y mejorar a los pioneros en esta tecnología, los telescopios *Keck* (figuras 5 y 6).

Hoy, los astrónomos siguen y seguirán demandando más y más capacidad para recolectar la siempre escasa luz que nos llega del Cosmos. Hay unanimidad sobre la imposibilidad de fabricar espejos monolíticos de mayor diámetro, por lo que los proyectos de Telescopios Super-Gigantes que hoy se están diseñando se basan en extrapolar la tecnología de segmentación (la del GTC). Incluso el futuro telescopio espacial que sustituirá al famoso Telescopio Hubble, el denominado *James Webb Space Telescope* (JWST) será un telescopio segmentado de 6,5 metros de diámetro. En este caso, el *JWST* es segmentado por otras razones mas triviales, para poderlo montar en el lanzador que lo pondrá en órbita.

La organización europea ESO, de la que España ya forma parte, tiene en fase de diseño avanzado el proyecto de un telescopio de 42 metros de diámetro: el E-ELT (*European Extremely Large Telescope*), cuyo espejo principal lo formarán un millar de espejos hexagonales. El GTC (único telescopio segmentado hecho en Europa) será una pieza fundamental para probar y experimentar las soluciones de diseño de ese supertelescopio, que también podría instalarse en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Por su parte los americanos están trabajando en un diseño de uno de treinta metros (figura 7).

El GTC, ubicado en uno de los mejores observatorios del planeta, va a convertirse en la herramienta que permitirá a la astronomía española colocarse en posición de liderazgo mundial. Y las empresas españolas que han participado en su construcción tienen ahora la experiencia necesaria para poder participar en la era de los Telescopios Super-Gigantes que ya ha comenzado. ■

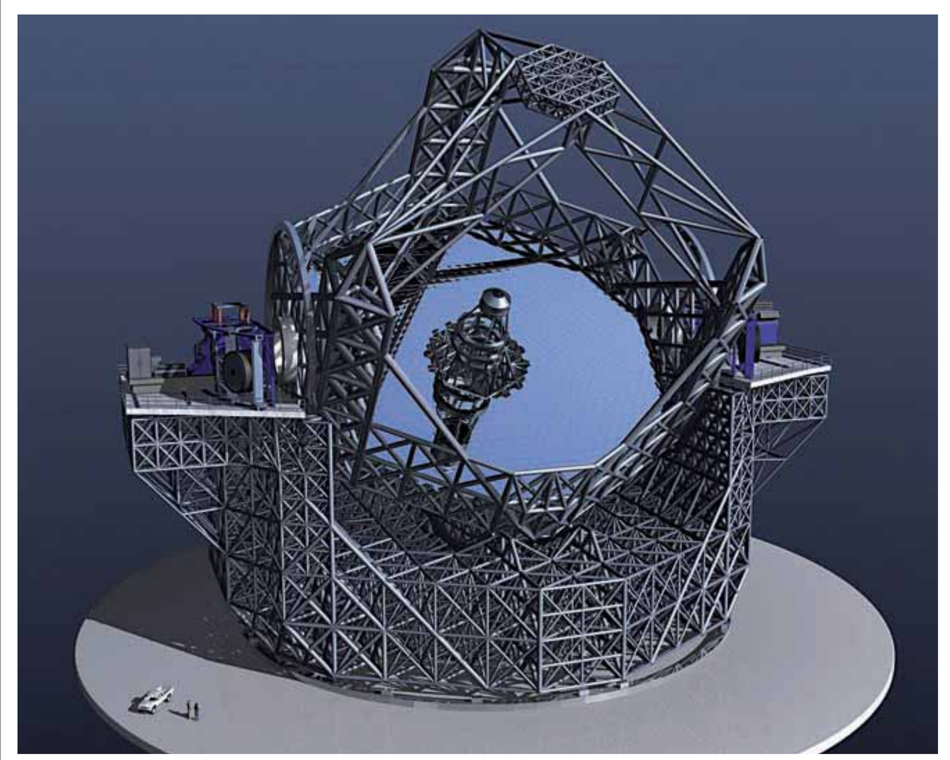


Figura 7: Proyecto de Telescopio Supergigante E-ELT. El Proyecto European Extremely Large Telescope (E-ELT) es un proyecto de ESO cuyo objetivo es construir un telescopio de entre 30 y 60 metros de diámetro con tecnología de espejo segmentado. El diseño actual tiene un espejo primario de 42 metros de diámetro y estará compuesto por más de un millar de segmentos. Foto: ESO

Minisatélites, Microsatélites y Nanosatélites: una opción de futuro

José Torres

En los comienzos de la era espacial, todos los satélites lanzados eran de pequeño tamaño. Entre otras razones porque la capacidad de los lanzadores para ponerlos en órbita era muy limitada. La microelectrónica y las nuevas tecnologías emergentes como las micro-nanotecnologías y los microsistemas electromecánicos, hacen que hoy en día los mini y microsatélites tengan unas prestaciones comparables o incluso superiores a las grandes plataformas de hace una década y además posibilitan una nueva clase de pequeños satélites, por debajo de los 10 kgs. de masa que se conocen como Nanosatélites.

En los últimos años se ha producido un auge espectacular en la aplicación de los microsatélites, de entre 10 y 50 Kgs., y se espera que ocurra algo parecido en el rango de los Nanosatélites que se beneficiarán de la producción en serie y de los lanzamientos múltiples. Debido a su reducido tamaño y potencia, las prestaciones de un Nanosatélite aislado son modestas, siendo las más usuales las comunicaciones en diferido, la medida de parámetros ionosféricos o magnetoesféricos y la experimentación y demostración en órbita de nuevas tecnologías, componentes y dispositivos. Será en las constelaciones o enjambres con multitud de Nanosatélites donde desarrollarán todo su potencial en el futuro, dando lugar a los sistemas distribuídos con posibilidades superiores, en algunos casos, a las grandes plataformas aisladas. España y el INTA en particular, apostó desde los comienzos por esta clase de satélites. En 1974 se lanzó el INTASAT, un Microsatélite de 25 Kg., en 1997 el MINISAT un minisatélite de 200 Kg. y en 2004 el Nanosat con 18 kg. de peso.

En este artículo se hace un repaso histórico de estos proyectos y unas consideraciones sobre el futuro que nos espera en su desarrollo y sus aplicaciones.

MINISATÉLITES, MICROSATÉLITES Y NANOSATÉLITES

La denominación de los satélites se debe a un factor de escala en relación con la masa. Así, por debajo de una tonelada se les llama minisatélites, por debajo de 100 Kg. microsatélites y por debajo de 10 nanosatélites. Pero estas fronteras no son rígidas y en muchas referencias encontraremos microsatélites hasta 150 Kg. o nanosatélites hasta 20. Dado que en España y en particular en el INTA, tenemos la experiencia de haber desarrollado este tipo de satélites, hago una breve descripción de cada uno de ellos.





El Nanosat 01 fue transportado a la Base de Lanzamiento de Kourou en un avión de las FF.AA. españolas.

EL MICROSATÉLITE INTASAT

El desarrollo del primer satélite español, el INTASAT, tuvo por finalidad capacitar al INTA y a las empresas del sector español en las tecnologías espaciales, entonces emergentes. Para ello se hicieron acuerdos de colaboración con empresas inglesas y norteamericanas. El número de empresas españolas con capacidad para entrar en este campo se reducía a dos o tres. Actualmente son más de treinta, algunas de las cuales con peso internacional. El proyecto INTASAT duró 5 años desde 1969 hasta 1974 y fue lanzado el 15 de noviembre de 1974 como carga auxiliar en un cohete Delta americano funcionando satisfactoriamente durante los dos años de su vida útil programada. La carga útil consistió en un faro ionosférico transmitiendo 200 mW de potencia a las frecuencias de 40 y 41 MHz, para medir la concentración de electrones en la ionosfera. Otro experimento consistía en probar el comportamiento en órbita de la entonces recientemente introducida tecnología CMOS para componentes electrónicos, pero lo más importante era la apuesta tecnológica que supuso el acometer todos los subsistemas de la plataforma.



INTASAT 1974 25 Kg. ***Vida:*** *Dos años (temporizador de fin de vida).* ***Masa:*** *25 Kg.* ***Experimento:*** *sondeador inosférico.* ***S/S:*** *desarrollados en el INTA e industrias nacionales.* ***Lanzamiento:*** *cohete delta (Vendenberg-USA septiembre 1974, con ITOS-G).* ***AIT:*** *integrado, calificado y ensayado en el INTA.*



Lanzamiento del INTASAT desde la Base de Vanderberg (EE.UU.) en el momento de la ignición.

EL MINISATÉLITE MINISAT

El INTASAT fue un éxito como experiencia tecnológica pero no tuvo continuidad. Bien es cierto que posibilitó a la entonces incipiente industria espacial española para acometer proyectos dentro de la agencia Espacial Europea, de la que España era un miembro fundador, pero hubo que esperar 23 años para que España lanzara otro satélite propio, el MINISAT, aunque hay que mencionar que dos años antes en 1995, la universidad politécnica de Madrid lanzó un Microsatélite de 50 Kg. con fines educacionales para los alumnos: el UPMSAT.

El MINISAT, un minisatélite de 200 Kg. era más ambicioso. El objetivo era potenciar las capacidades nacionales para el diseño, desarrollo, calificación, fabricación, integración y operación de sistemas espaciales. En el proyecto participaron casi la totalidad de las industrias del sector. La primera misión se diseñó para calificar la plataforma proporcionando una oportunidad de vuelo a varios instrumentos científicos. Los requisitos a la hora de seleccionar estos instrumentos, fueron su interés científico y tecnológico, la disponibilidad dentro del calendario de la misión, la compatibilidad y complementariedad con otros experimentos y la relevancia para el programa científico de la ESA. Después de un análisis de varios candidatos y teniendo en cuenta el requisito de una órbita de baja inclinación, la selección final fue para dos instrumentos astronómicos, EURD y LEGRI junto a un experimento de microgravedad CPLM. También se montó un experimento mecánico de demostración de un mecanismo de despliegue, ETRV.

El diseño modular de MINISAT, permitió la integración independiente del módulo de servicio con sus subsistemas y de la carga útil con los instrumentos para acoplarlos posteriormente. El módulo de servicio se integró en las instalaciones de CASA Espacio y la carga útil en el INTA.

El objetivo del Espectrógrafo para el Ultravioleta Extremo, EURD, era el estudio de la Radiación Difusa en la banda del ultravioleta extremo, entre 300 y 1050 Angstroms, para analizar la naturaleza del medio interestelar ga-

láctico, la luminiscencia debida a las reacciones químicas en la alta atmósfera y la búsqueda de neutrinos masivos que pudieran contribuir a la masa oscura del Universo. El espectrógrafo EURD, una colaboración entre el INTA y la Universidad de California-Berkeley, permitía estas observaciones con una resolución muy superior a la conseguida hasta entonces.

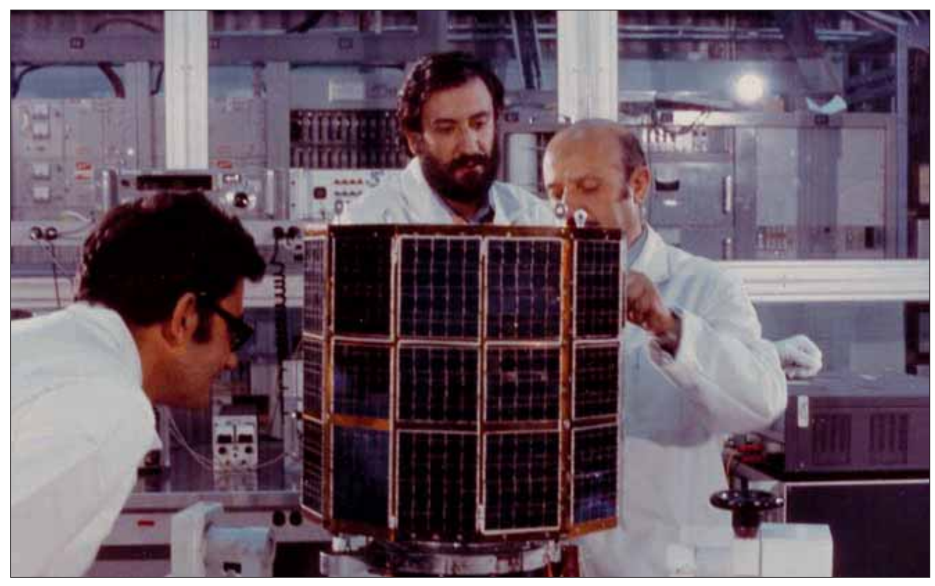
El instrumento para la Observación de Los Rayos Gamma de Baja Energía, LEGRI, (10-100 KeV) experimentaba unos detectores de nueva generación de Ioduro de Mercurio desarrollados por el CIEMAT en colaboración con la Universidad de Valencia, responsable del instrumento y otras instituciones y universidades internacionales.

El experimento para el Comportamiento de Puentes Líquidos en Microgravedad, CPLM, fue una colaboración entre el INTA y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid.

El MINISAT fue puesto en órbita el 23 de abril de 1997 por un lanzador Pegasus a 566 Km. de altura y una inclinación de 150º. Estuvo funcionando nominalmente hasta su reentrada en la atmósfera casi cinco años después.

EL NANOSATÉLITE NANOSAT

Existe un enorme interés y una creciente actividad en los países a la cabeza de la tecnología espacial, liderados por Estados Unidos, en desarrollar Nanosatélites por debajo de los 10 Kg., centrándose la mayor parte de las realizaciones actuales en la aplicación de las tecnologías avanzadas a la miniaturización de los microsatélites con pesos comprendidos entre 11-20 Kg. entre los cuales se encuentra el proyecto Nanosat español.



INTASAT 1974. *El INTASAT durante la integración antes de acoplarlo al lanzador.*

Durante los últimos años el INTA ha liderado el proyecto de un Nanosatélite español como motor de nuevas actividades de I+D en el campo de las nanotecnologías y el uso de componentes comerciales en el espacio, en colaboración con otras instituciones nacionales (Centro Nacional de Microelectrónica del CSIC, CNM, Universidad Politécnica de Madrid, ETSIT, Centro de Materiales de Madrid, CSIC/UAM, y en estrecha relación con ESA/ESTEC, el CNES y los laboratorios TIMA del CNRS francés).

El proyecto ha culminado con un prototipo de Nanosatélite que incorpora nanosensores desarrollados enteramente dentro del proyecto, un MODEM digital basado en un DSP comercial, dispositivos optoelectrónicos para comunicaciones ópticas en el interior del nanosatélite, además de una nueva filosofía de diseño para una nanoplataforma. A lo largo del estudio se ha identificado y demostrado la potencialidad de las comunicaciones ópticas no guiadas para enlaces de datos intrasatélite sustituyendo los mazos de cables y los conectores. El nanosatélite implementa está tecnología para demostración en órbita.

En todos los países situados a la cabeza del desarrollo tecnológico, cobran cada día más relevancia las investigaciones en el campo de las Nanotecnologías como el paso siguiente a la revolución que ha supuesto la microelectrónica. La tecnología espacial, con sus condicionantes de ahorro en peso y energía, es uno de los sectores que





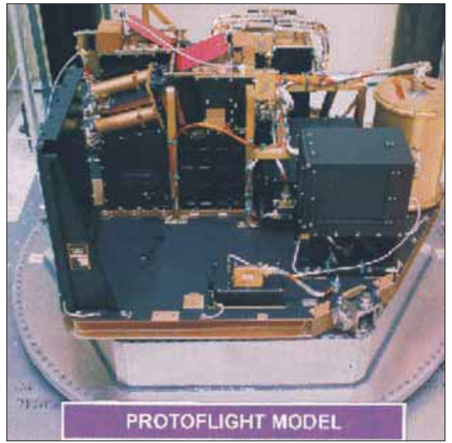
Lanzamiento MINISAT. *Lanzamiento con Pegasus XL desde un avión nodriza sobre el Atlántico.*

MINISAT-01 Mar. 1997 - Feb. 2002 190 Kg.

- Lanzado por un Pegasus XL desde las Islas Canarias. La campaña de integración en el cohete se hizo en las instalaciones del INTA en Torrejón.
- Tres instrumentos principales en la CU: LEGRI (INTA-UV-RAL), EURD (INTA-UCB) y CPLM (INTA-ETSIA)
- El Minisat-01 reentró en la atmósfera a los 5 años (2002) funcionando correctamente

puede verse beneficiado y por tanto convertirse en uno de los motores que dinamice la investigación en este sentido. Las micro-nanotecnologías emergentes, como la micromecanización en tres dimensiones y los sistemas microelectro-mecánicos prometen importantes beneficios en proyectos espaciales en curso y para el futuro. Los Microinstrumentos Integrados de Aplicación Específica, son un elemento que integra los campos tecnológicos más importantes para crear microinstrumentos independientes que combinan potencia, comunicaciones, proceso de datos, sensores y actuadores.

Aún cuando para muchos de estos desarrollos la aplicación no es inmediata, a lo largo del proyecto se han explorado conceptos que pueden beneficiar a los proyectos espaciales y más adelante llegar a permitir la producción masiva de Nanosatélites a menor coste empleando electrónica de bajo consumo en integración de alta densidad, apropiada para fabricación automática en serie. Las perspectivas son que estos elementos se pueden implementar también en satélites en producción, para aumentar su fiabilidad, extender su vida útil y que serán clave para la producción masiva de Nanosatélites. Constelaciones de estos Nanosatélites posibilitarán sistemas espaciales de adquisición de datos a bajo precio extendiendo las posibilidades de acceso al espacio para los países en vías de desarrollo.



Carga últil Minisat 01. *3 experimentos científicos:* ***EURD.–*** *Espectrografo ultravioleta. INTA/UCB.* ***LEGRI.–*** *Instrumento de rayos gamma. UV/INTA/RAL/Univ's.* ***CPLM.–*** *Comportamiento puentes líquidos en microgravedad. INTA/ETSIA*

Otra aplicación de estas constelaciones es como sistemas distribuidos en los que los satélites de forma cooperativa constituyen una apertura o antena de dimensiones irrealizables con una única estructura.

Así pues, el término NANOSATÉLITE ha dejado de significar una mera clasificación atendiendo al peso y a la potencia para convertirse en una nueva filosofía de diseño para sistemas espaciales que algunos autores no dudan de calificar como un cambio de cultura frente a los proyectos tradicionales.

El primer nanosatélite español fue lanzado al espacio en órbita polar por el INTA, el 18 de diciembre de 2004 como pasajero auxiliar en un lanzador Ariane 5 que transportaba el satélite HELIOS de observación para Defensa, además de otros 5 microsatélites de la Agencia Espacial francesa, CNES. Actualmente se encuentra en fase de operación dentro de la vida útil prevista de 3 años.

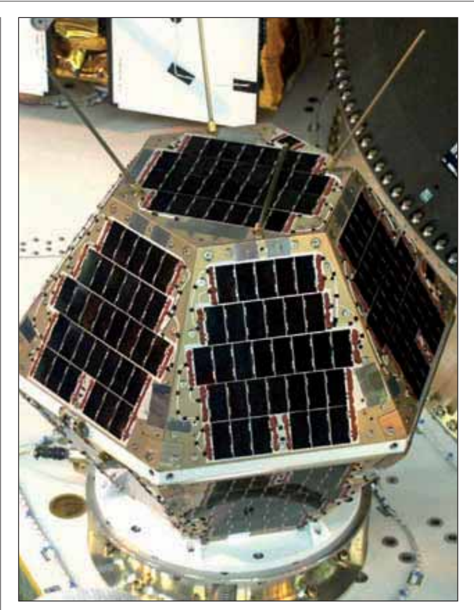
EL FUTURO Y LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES

La reducción de tamaño, masa y potencia en los satélites es un hecho en todas las aplicaciones con la excepción de los satélites de comunicaciones geoestacionarios. La demanda de más canales y la prolongación de

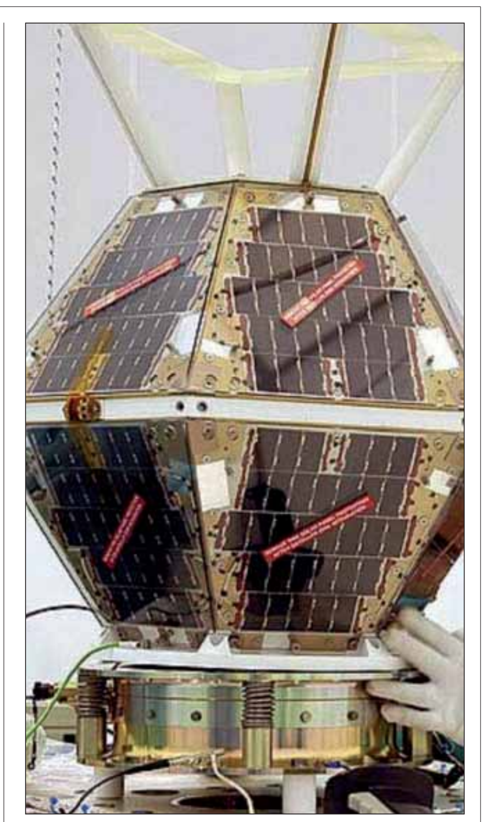
la vida útil de los satélites hasta los 15 años, hacen que se sigan requiriendo grandes plataformas en las que buena parte de la masa es combustible para el mantenimiento en órbita del satélite, dentro de la ventana geoestacionaria asignada. En las misiones de observación de la Tierra, la tendencia es al uso de mini y microsatélites como alternativa a los grandes satélites tipo SPOT, LANDSAT o HELIOS por citar algunos de ellos. Si bien es cierto que el tamaño de algunos instrumentos viene determinado por leyes de la Física, existen recursos de ingeniería que reducen su tamaño. Por ejemplo, una cámara óptica de observación de la Tierra, para conseguir una determinada resolución, tiene que tener necesariamente una apertura y distancia focal determinadas. Nuevos diseños como las cámaras TMA, con espejos dobladores, reducen la distancia física entre apertura y plano focal resultando mucho más compactas. Esto hace posible el uso de microsatélites para observación de alta resolución, por debajo de los tres metros.

Además la miniaturización de la electrónica y en un futuro inmediato la aplicación de la nanotecnología, hacen que aumenten las prestaciones con menor masa y consumo. Las aplicaciones nanotecnológicas estarán presentes en todos los subsistemas de los satélites. En la estructura con el uso de materiales más ligeros y resistentes gracias a la incorporación de nanotubos de carbono. En mecanismos con aleaciones de memoria de forma. En control térmico con recubrimientos superficiales termocrómicos que varían sus propiedades termo-ópticas en función de la temperatura. En control de actitud con el uso de microsensores, micromotores y microruedas de inercia. En manejo de datos a bordo con dispositivos de almacenamiento masivo y microprocesadores más rápidos. En potencia con células de múltiple unión de mayor eficiencia, baterías de mejor relación capacidad/masa y ultracondensadores. En comunicaciones con el uso de microdispositivos electromecánicos de conmutación y otras aplicaciones.

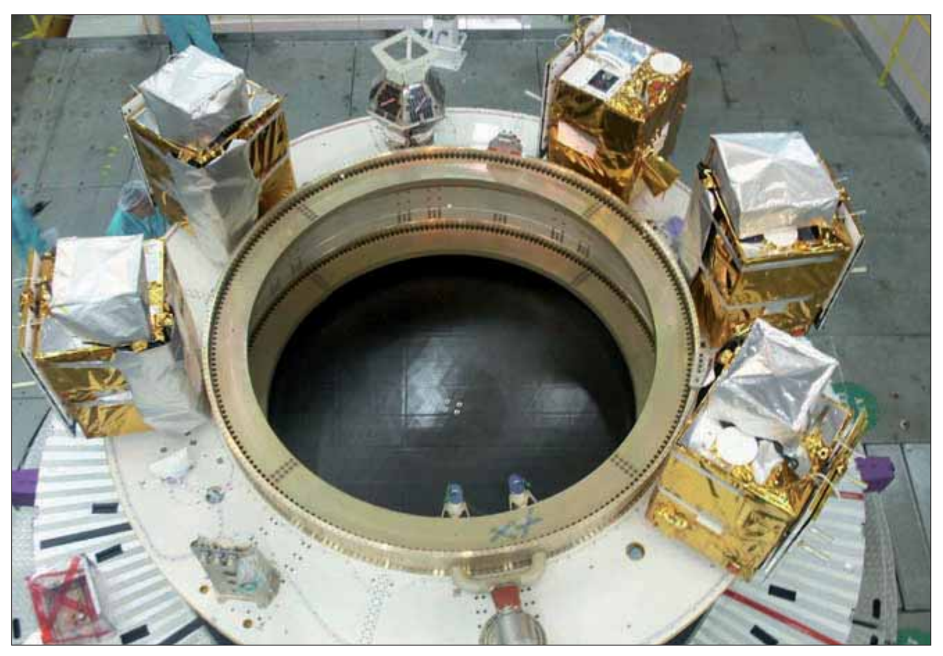
En definitiva el Espacio es uno de los grandes beneficiados de todas estas tecnologías emergentes pero también hay que tener en cuenta que el enorme coste de los desarrollos asociados, implica aprovechar los recursos que se generan en los grandes mercados de consumo como la automoción, las comunicaciones o la microinformática. Los nanosatélites como el Nanosat del INTA son una buena oportunidad para la calificación en órbita de componentes comerciales, (COTS), cuyo uso aumenta las prestaciones y reduce el costo de los sistemas espaciales. El próximo, el Nanosat 1B está en fase de fabricación e integración para su lanzamiento, previsto a finales de 2008 ■



NANOSAT 01. Vida: *diseño para 3 años (posible hasta los 5).* ***Masa Sat.:*** *18 Kg. (estructura de aluminio no optimizada).* ***Unidades:*** *6 Kg. con diseño modular (166 x 106 mm.).* ***Misión:*** *comunicaciones con banda UHF (400 MHz).* ***Experimentos:*** *micro-nanotecnología.* ***Desarrollo:*** *INTA.* ***Baterías:*** *ión litio (AEA Technology-UK).* ***Paneles solares:*** *GaAs/Ge (Galileo Avionica-Italia).* ***Lanzamiento:*** *Ariane-5 ASAP 18 diciembre 2004.* ***AIT:*** *integrado, calificado y ensayado en el INTA.*



El Nanosat 01 en el momento de la integración en el lanzador.



El Nanosat 01 con sus compañeros de viaje. En el anillo central se acopla el pasajero principal HELIOS 2A.

La atracción del espacio

Álvaro Azcárraga
Consultor de SENER
Presidente de la Fundación Aeroespacio

INTRODUCCIÓN

Hace 25 años tuve el honor y el placer de escribir unas líneas en esta Revista para celebrar los 25 años de la era espacial, con el lema "Más allá del año 2000". Hoy repito suerte, en el doble sentido del término, y el honor que le acompaña, con la esperanza de pasar un mensaje a los lectores de Aeronáutica y Astronáutica.

Y es que lo correcto no es hablar de la atracción del Espacio, sino de la necesidad de utilizar los recursos espaciales para evitar el colapso del planeta Tierra por el sobreuso de sus posibilidades ecológicas. Y este proceso no es novedoso, ya en el siglo XIX hubo que retirar los centros fabriles de las ciudades, y llevarlos a lugares apartados, pues se corría el riesgo de colapsar las áreas residenciales, aparte de que fueron los propios ciudadanos los que se opusieron a que se habilitaran medios de producción en el centro de sus aglomeraciones.

Desde tiempo inmemorial, el hombre se ha distinguido por su curiosidad y por su constante exploración del medio que le rodea. En ciertas épocas ello era vital para la supervivencia, e incluso en tiempos relativamente modernos, como es el siglo XVII, países hoy prósperos como Alemania tuvieron que emigrar masivamente porque su suelo no daba para más.

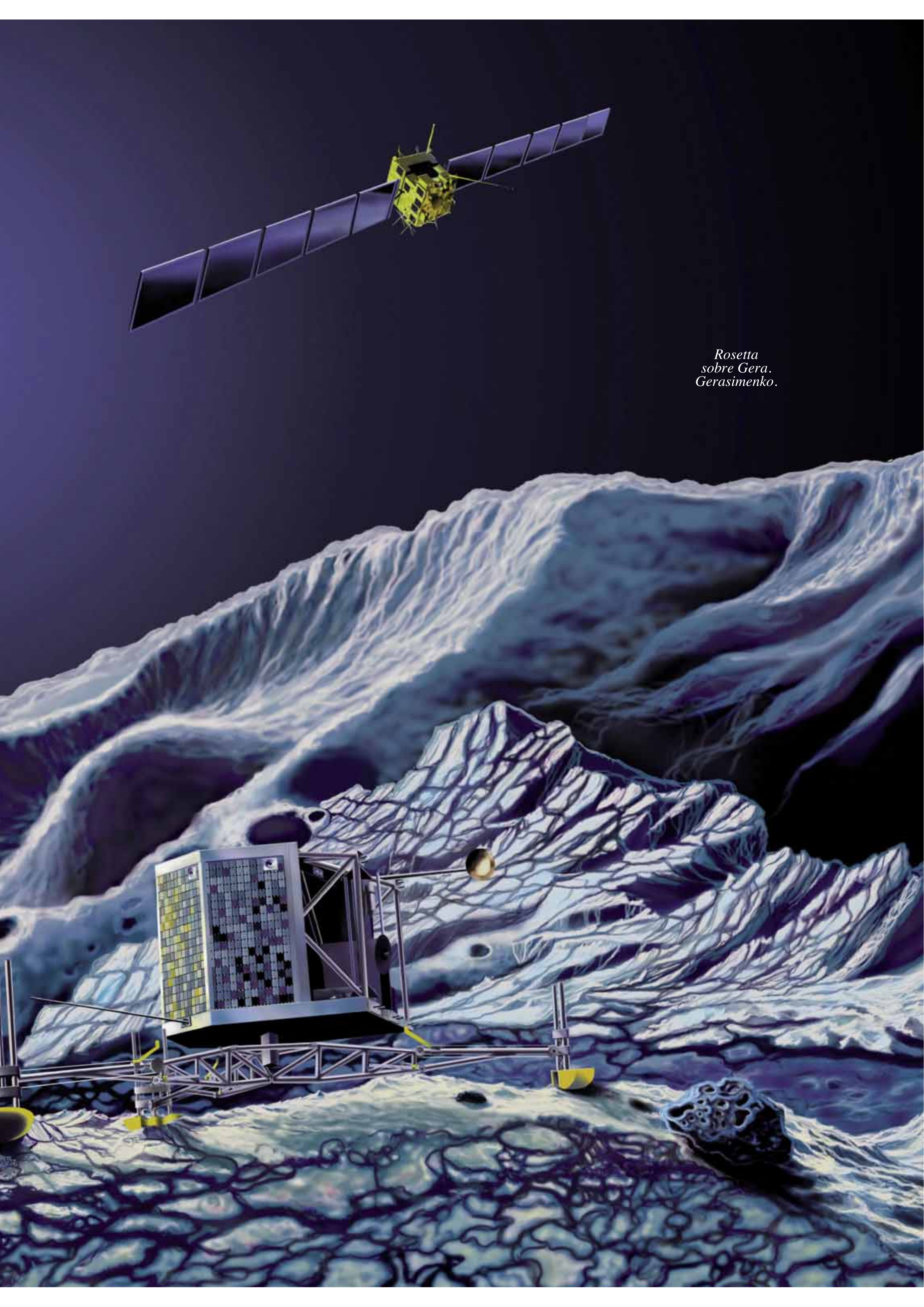
Los avances de la técnica y el correcto aprovechamiento de los recursos naturales permiten hoy una vida próspera a miles de millones de personas, lo nunca conseguido en la historia de la Humanidad, y sin embargo ya se ciernen nubes de tormenta inmediata sobre el desarrollo sostenible a escala global.

Es pues por lo que es necesario contemplar la exploración y la explotación del Espacio como una de las herramientas (si no la única) que permitan ese desarrollo sostenible a todos los seres humanos, y no sólo a los del llamado primer mundo.

Ante todo hay que observar que no sólo vivimos en un globo de unos 40.000 Km de circunferencia, sino que ocupamos una esfera mayor, englobando la Luna, de unos 3 millones de Km de diámetro (figura 1). Es una suerte, y una gran oportunidad, tener un cuerpo celeste tan grande como nuestra Luna tan próximo a la Tierra, pues permitirá su acceso, y ulterior utilización, para aliviar algunas de las tensiones que ahora nos agobian en la superficie de la Tierra.

Sin embargo el problema estriba en que, contrariamente a lo que decía hace 25 años, no hemos conquistado el espacio, sólo hemos hecho tímidas incursiones al espacio exterior más próximo, debido al enorme pozo gravitatorio terrestre (figura 2), que nos obliga a alcanzar velocidades del orden de 7 Km/seg sólo para escapar de la superficie de la Tierra, y llegar hasta los 11 Km/seg si queremos escapar de la atracción del Sol. Y no conocemos, hoy en día, otra cosa que el motor cohete, cuyos principios se remontan al siglo XVI en China, y que poco han mejorado en los últimos cincuenta años (figura 3) cuando seguimos usando máquinas diseñadas por el estudio de ingeniería de Korolev en los años cincuenta del siglo pasado.





Rosetta sobre Gera. Gerasimenko.

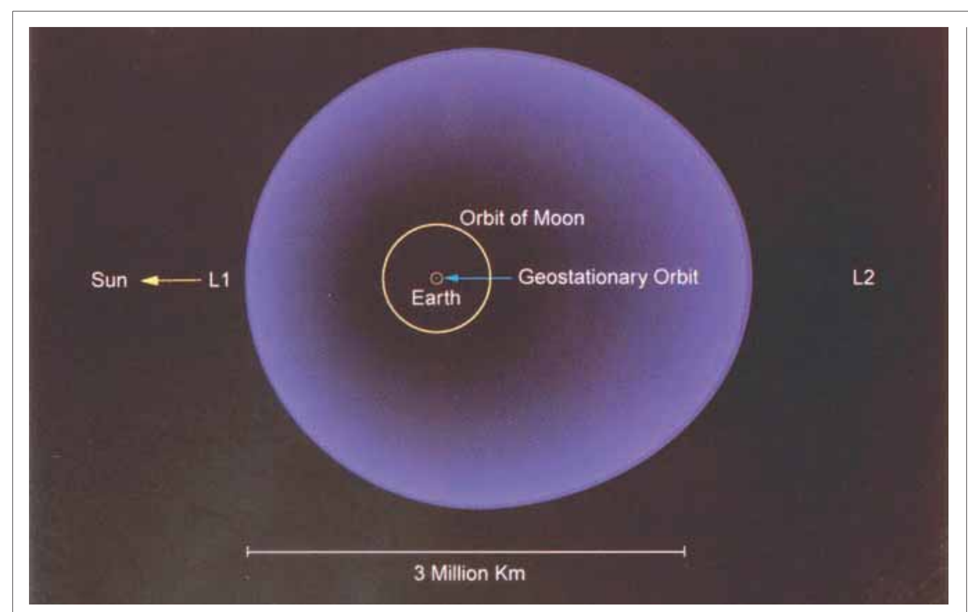


Figura 1: Concepto Gran Tierra

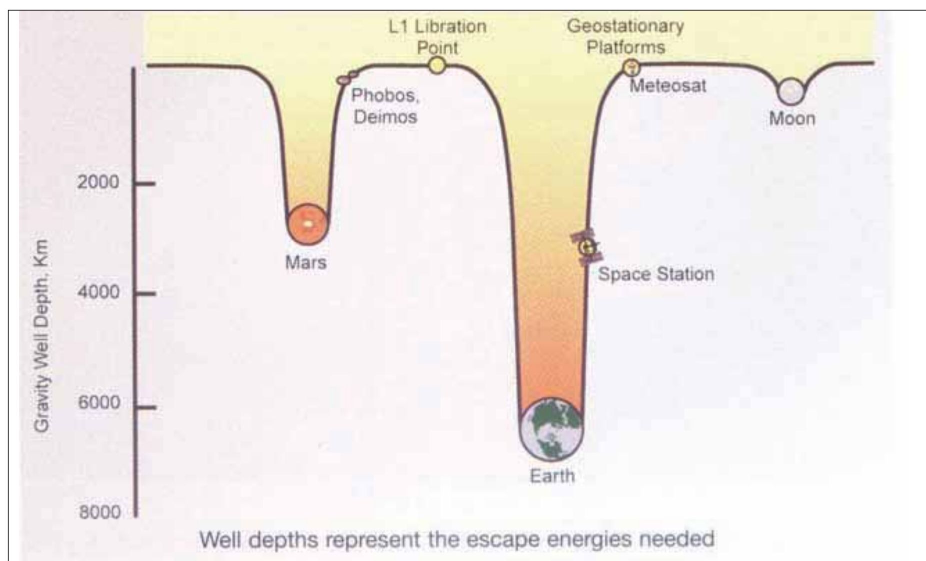


Figura 2: Pozos Gravitatorios


Figura 3: Soyuz con Metop

En estas circunstancias y descartando en fechas próximas un gran salto en el avance de las técnicas de propulsión, sea por el efecto SEARL, o por la antigravedad, o por la escalera de Clarke, necesitamos ocupar el espacio próximo (figura 4) a la Tierra para futuras, constantes y seguras, actividades espaciales, que en cierto modo sean una transposición de lo que ha sido el transporte aéreo en la Tierra. En otras palabras, estamos en la era espacial en una situación análoga a la que estábamos con la aviación a principios del siglo XX: Mucho futuro, pero escaso presente. La imagen para celebrar los cincuenta años en el espacio lo dice todo. Pero ante todo ¿por qué queremos la exploración espacial? Por tres razones fundamentales: por comentar nuestros conocimientos, por asentar nuestra identidad, y sobre todo por supervivencia (figura 5). En efecto, Europa tiene que participar en la Agenda Lisboa, como ente solidario pero del primer nivel, y tiene que ser actor principal en esta nueva aventura de la Humanidad.

El Camino de la Exploración (figura 6) marca la necesidad de cubrir los hitos ordenadamente y evitar las piruetas en el vacío que sólo pueden traer desgracias. Una cosa es tener la necesidad de ir al espacio, y otra es faltar al respeto a la aventura espacial.

Es preciso añadir aquí que aparte de los grandes retos técnicos, tenemos los retos legales que nos hemos impuesto para conquistar el espacio. En efecto los primeros vuelos espaciales se hicieron durante la guerra fría, y de allí nació el concepto (erróneo) de carrera espacial. Para evitar lo que creían que eran males mayores, los políticos de la época consiguieron aprobar una serie de leyes sobre la exploración del Espacio Exterior, entre las que destaca el Tratado de 1967, aprobado y ratificado por España y la mayor parte de las naciones miembros de la ONU, cuyo objetivo fundamental debería ser el evitar abusos de parte en la exploración del espacio, pero que de hecho es un obstáculo para el desarrollo de la iniciativa privada en el sector.

En efecto el empezar proclamando que el Espacio pertenece a la Humanidad, con absoluto desprecio de los derechos de otros, si los hubiere, y anulando la iniciativa individual, pues ¿quién quiere descubrir y explorar algo que no es suyo?, y continuando porque todavía hoy en el siglo XXI no se sabe cuál es la frontera legal entre el espacio aéreo, sometido a la soberanía nacional, y el espacio exterior, el hecho es que la situación requiere una urgente puesta al día y una ordenación jurídica que permita una racional y una ocupación y explotación del espacio.

En efecto, los acuerdos para trabajar en la Estación Espacial Internacional (ISS) (figura 7), ya contemplan el uso y la explotación de los recursos en órbita, las obligaciones y cómo afrontar los riesgos entre las distintas partes operantes. Es de esperar que se desarrolle un "Corpus Iuris Spatialis" basado en el principio de "Res communis omnium" o sea, donde nadie puede reclamar soberanía, pero sí la propiedad de sus resultados en órbita.

Otros autores, sin duda con más mérito, tratan en esta misma Revista de la exploración espacial. Baste decir que el valor estratégico de nuestra Luna (figura 8) y el saber que hay agua en Marte (figura 9) hacen absolutamente perentoria la exploración espacial, que abrirá las puertas a la explotación de los recursos del espacio para bien de la Humanidad. Entre las posibles fuentes de materias primas están los asteroides, cuerpos celestes próximos a la Tierra (figura 10) que incluso tienen sus propios satélites, como lo es Dactyl de Ida (figura 11) pero que su masa es pequeña a escala solar, aunque puede ser inmensa (kilómetros en alguna dimensión) a escala humana.

Por cierto, los asteroides pueden ser el origen de catástrofes sin precedentes, en caso de que alguno de ellos, de tamaño suficiente, chocara contra nuestro planeta. La Tierra recibe todos los años toneladas de material (y agua) procedente del espacio (lo que conocemos como meteoritos) pero en unidades de cómo mucho centímetros de longitud. El tema es más preocupante cuando los

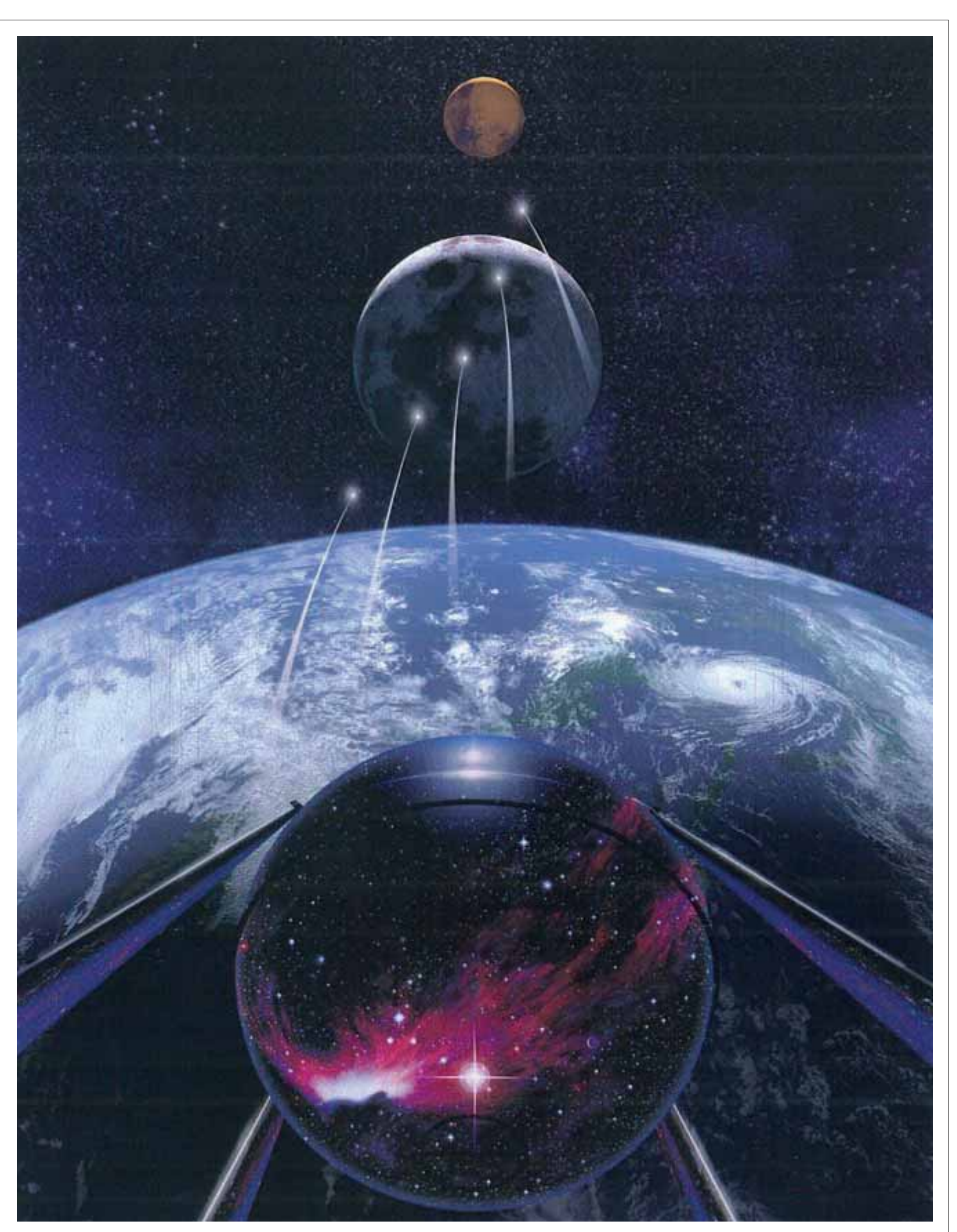


Figura 4: Imagen de 50 años en el Espacio

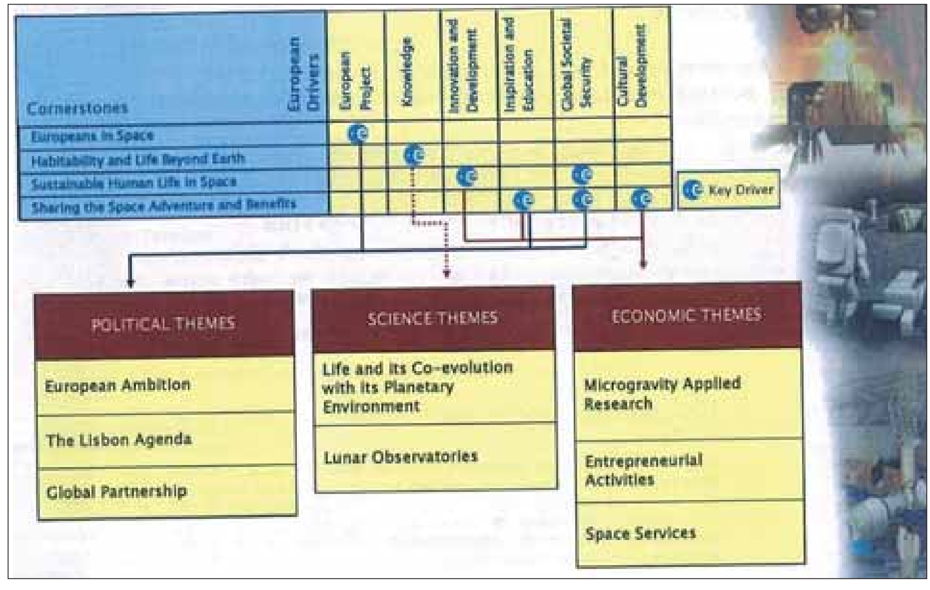


Figura 5: Europa y la Explotación Espacial

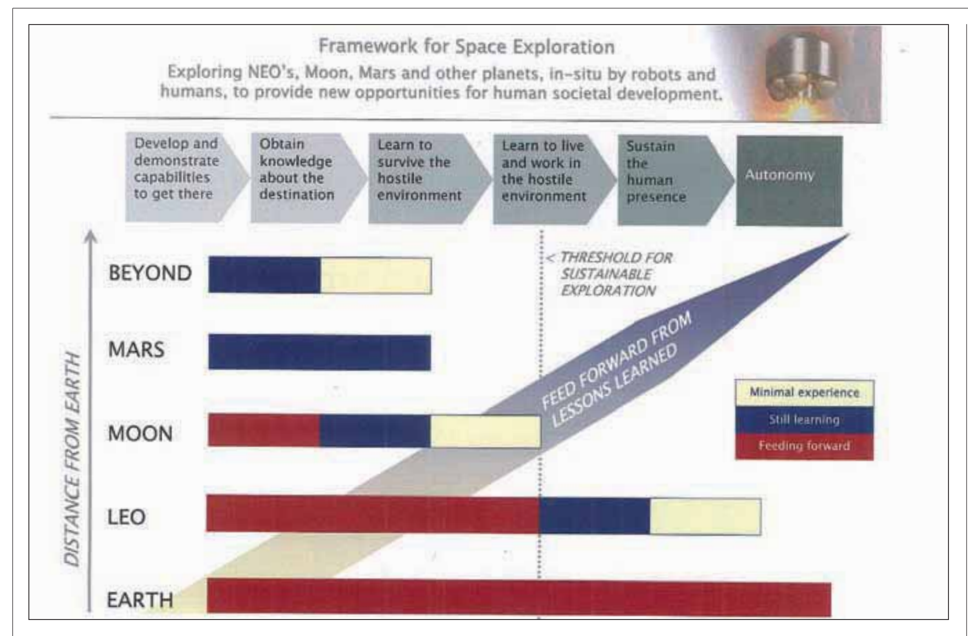


Figura 6: Camino para la Exploración



Figura 7: ISS



Figura 8: Luna y Tierra

asteroides que pueden impactar con la Tierra tienen cientos de metros, y en algunos casos, kilómetros de dimensión máxima. Existe una tabla (figura 12) que relaciona tamaño con periodicidad en el tiempo, y vemos que es alta la probabilidad de tener un impacto altamente catastrófico cada 10 millones de años. Es pues imperactivo tener un sistema de alerta de estos posibles eventos, y los medios necesarios en órbita para tratar de evitar, o al menos paliar, el efecto de estos impactos.

Aquí es quizás oportuno tratar, siquiera sea por encima, dos temas sensibles a la opinión pública: la militarización del espacio y el uso de la energía nuclear. Sobre lo primero lo menos que se puede decir es que el temor es ingenuo, sino contraproducente. En efecto, muchos de los artefactos espaciales son de doble uso (los cohetes los primeros de todos) y por tanto si alguien quiere hacer mal uso de sus activos espaciales poco se puede hacer a priori, entre otras cosas porque también es posible hacer trampas con los nombres, como ocurría durante la guerra fría en la que los portaviones soviéticos estaban formalmente registrados como cruceros antisubmarinos, y así poder transitar por los Dardanelos, paso prohibido por Tratado Internacional a los primeros. El arma no está en el artefacto, sino en la mente de quien los usa, y en esto la Historia no nos hace ser optimistas. Por tanto hay que predicar el uso civil del Espacio, pero sin abandonar la prudencia y la vigilancia.

Sobre el tema de la energía nuclear sólo podemos hacer dos consideraciones: Es imprescindible para las misiones más lejanas al Sol, y hay que saber ponderar los riesgos de su utilización, recordando en todo momento que nuestro propio planeta es naturalmente radioactivo, a muy bajo nivel, pero lo es, y en España sólo tenemos que darnos un paseo por la Sierra de Guadarrama.

¿Y dónde está el hombre? El ser humano es, de momento el mejor, más adaptable y más útil instrumento para la exploración, pero es frágil y delicado, con lo que es muy costoso mantenerlo en el entorno hostil

fuera de la Tierra. Bromas aparte, la exploración del Espacio sin la intervención del hombre queda miope, y además necesitamos poder desarrollarnos fuera de la Tierra. Como ocurrió hace 200 años, que el transporte (o la falta de ello) obligó a industrializar las aglomeraciones urbanas, ahora también tenemos que pensar en sacar de la Tierra, como lo hicimos de las ciudades, los medios pesados de producción, pero para ello tendremos que resolver el problema del transporte espacial, al menos desde la superficie del planeta a una órbita estable, aunque sea baja.

Tendremos que usar estaciones espaciales, tanto naturales como artificiales, para operar por el espacio. Hoy ya tenemos la Estación Internacional (ISS) (figura 7) donde este mes de diciembre, si Dios quiere, se va a acoplar el módulo europeo Columbus (figura 13). De la utilización de la ISS aprenderemos a construir grandes infraestructuras orbitales, como las famosas plantas Solares espaciales (SPP) de Peter Glaeser (figura 14), que nos permitirían aprovechar con rendimientos adecuados la energía solar, y eliminar las planas de energía en la superficie de la Tierra, o incluso a tener granjas e industrias en lugares privilegiados como lo son los puntos de Libración (figura 15). Estas grandes estructuras seguramente se harían con materiales originarios de la Lu-


Figura 9: Hielo en Marte

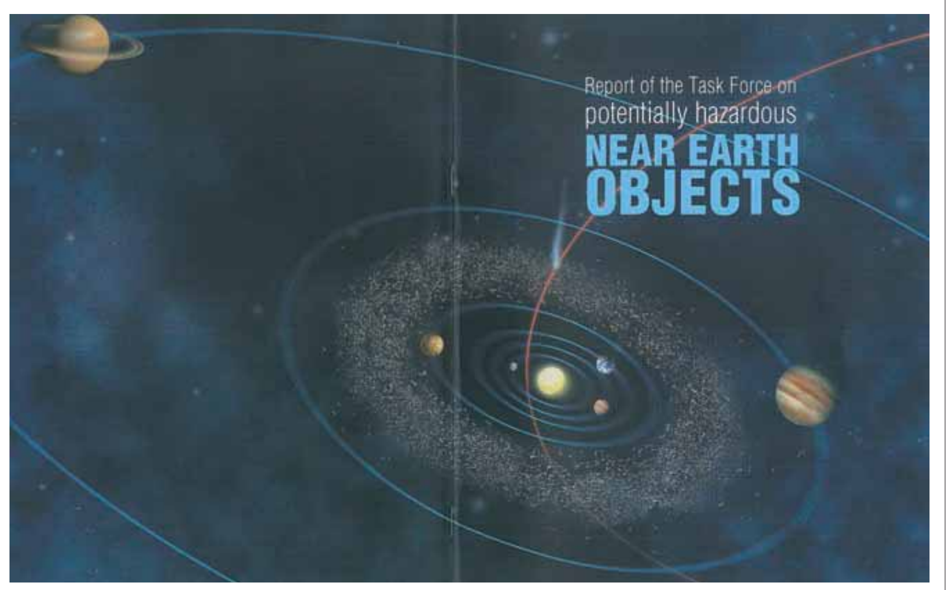
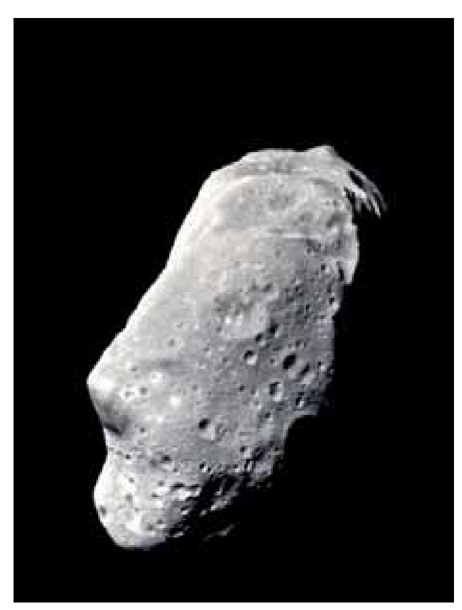


Figura 10: Cuerpos celestes próximos a la Tierra


Figura 11: Ida y Dactyl

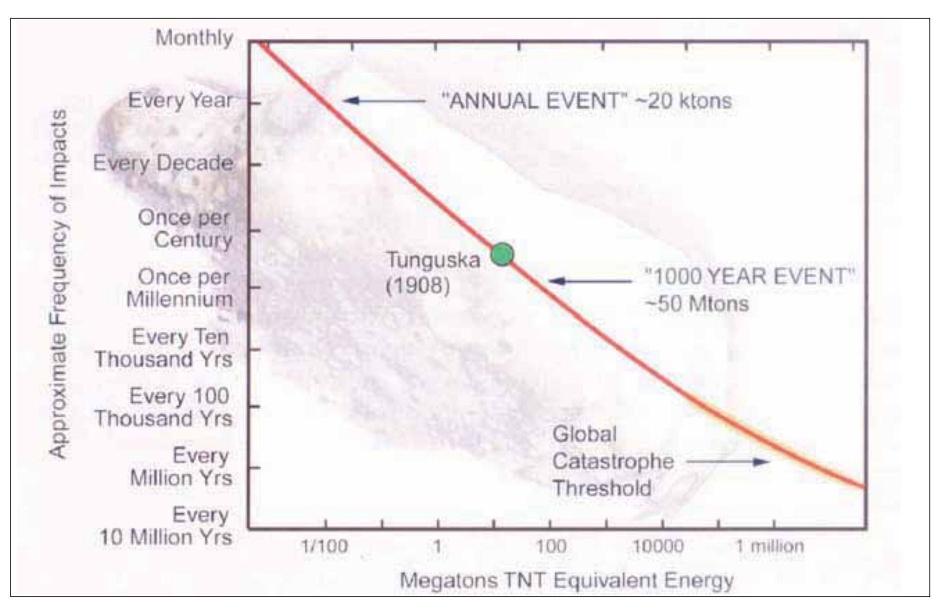


Figura 12: Probabilidad de Impacto

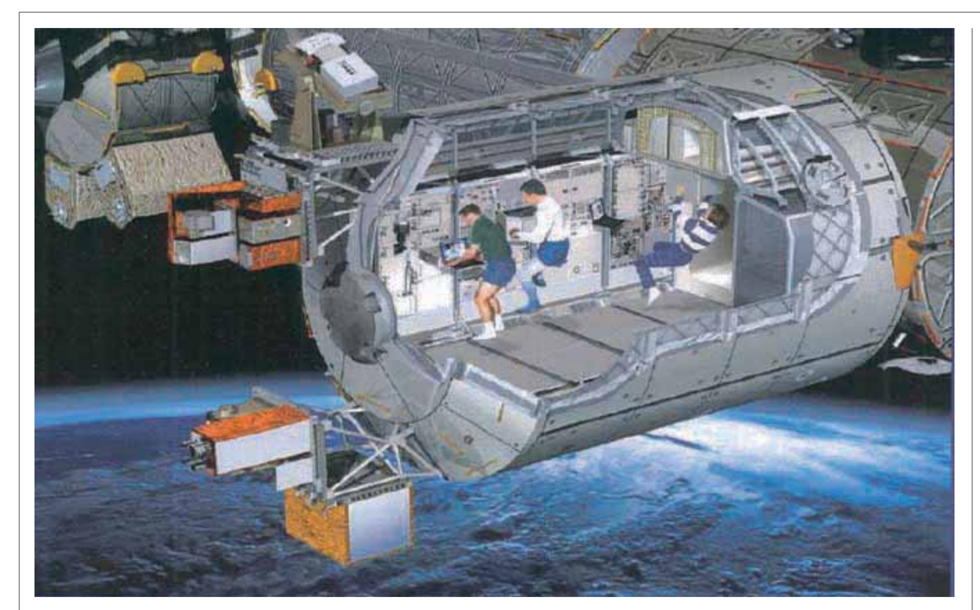


Figura 13: Columbus

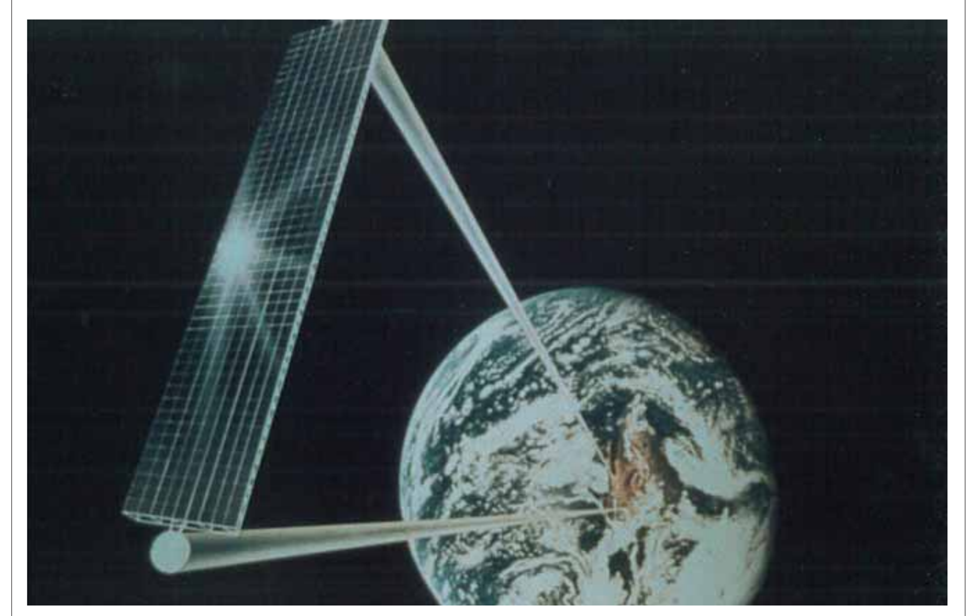


Figura 14: Solar Power

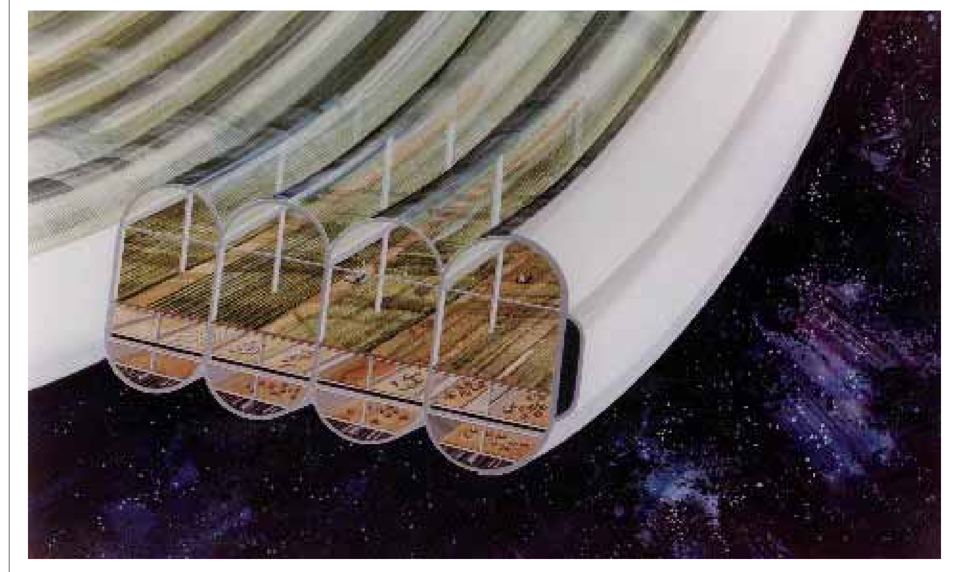


Figura 15: Granjas

na y otros asteroides próximos, para evitar el pozo gravitatorio terrestre y aprovechar la ausencia de atmósfera para efectuar lanzamientos más eficaces que desde la Tierra.

Y todo esto se está haciendo con un esfuerzo relativamente pequeño a escala individual. En efecto, en Europa gastamos 15 €/año por persona, y en España sólo 6 €/año, aunque cierto es que en estos momentos el Ministerio de Industria, a través del CDTI, está incrementando de forma notable la participación de España en los programas espaciales. Para el futuro inmediato, y si queremos de verdad explorar y explotar el espacio, el nivel de esfuerzo tendrá que aumentar en un orden de magnitud, al menos, y por ello es tan necesario contar con la iniciativa privada.

Este aprovechamiento de recursos extraterrestres nos lleva a la búsqueda de la vida en el espacio, que ya se ha comenzado con las misiones a Marte. A este respecto es muy interesante la misión europea Rosetta al cometa Chuyumov-Gerasimenko, pues aparte de las distancias a recorrer (más de 10 AUs) será la primera vez que una sonda humana aterrice en el núcleo de un cometa para intentar descubrir si los cometas son los "distribuidores de vida" en las galaxias, ya que serían portadores de los cuatro elementos esenciales para la vida, O, H, N y C. La nave lanzada el año 2004, llegará a su destino el año 2014, después de recorrer una complicada trayectoria.

Tiene gracia que estos cuatro elementos estén entre los seis más comunes del Universo, con el helio y el neón, y que sin embargo la constitución de la Tierra en que vivimos tenga elementos mucho menos comunes, como el hierro, el silicio, cloro, sodio, etc. ¡Parece que es más probable encontrar vida extraterrestre que otro planeta como la Tierra!

Estas, y otras muchas más razones, hacen necesaria la utilización del Espacio, pero si ello no fuera suficiente, y como decíamos hace 25 años, el día que el Hombre no sienta curiosidad por el más allá, ese día empieza su fin como especie. ■

El espacio de Seguridad y Defensa, 25 años después

FERNANDO DAVARA RODRÍGUEZ

INTRODUCCIÓN

El 4 de octubre de 1957 la Unión Soviética puso en órbita el primer satélite artificial (el famoso Sputnik 1) iniciando de esta forma la conquista del espacio. Desde entonces, las naciones más avanzadas han ido desarrollando una amplia gama de tecnologías espaciales, cuya extraordinaria evolución las ha convertido en motor de numerosas actividades, aplicaciones y servicios.

Gracias a ellas se han mejorado sensiblemente las comunicaciones y las previsiones meteorológicas; el lanzamiento y explotación de satélites científicos ha permitido ampliar nuestros conocimientos sobre una gran variedad de fenómenos físicos; los satélites de observación de la Tierra son una ayuda inestimable para conocer mejor nuestro planeta, prevenir catástrofes y optimizar el uso de los recursos terrestres y marítimos; los sistemas de posicionamiento y navegación constituyen una inestimable ayuda para el transporte y la localización; el acceso humano al espacio comienza a verse como algo natural y ya se han enviado naves a los confines de nuestro sistema solar, etc., sin mencionar otro tipo aplicaciones no espaciales impulsadas por la investigación y desarrollo llevadas a cabo en el sector.

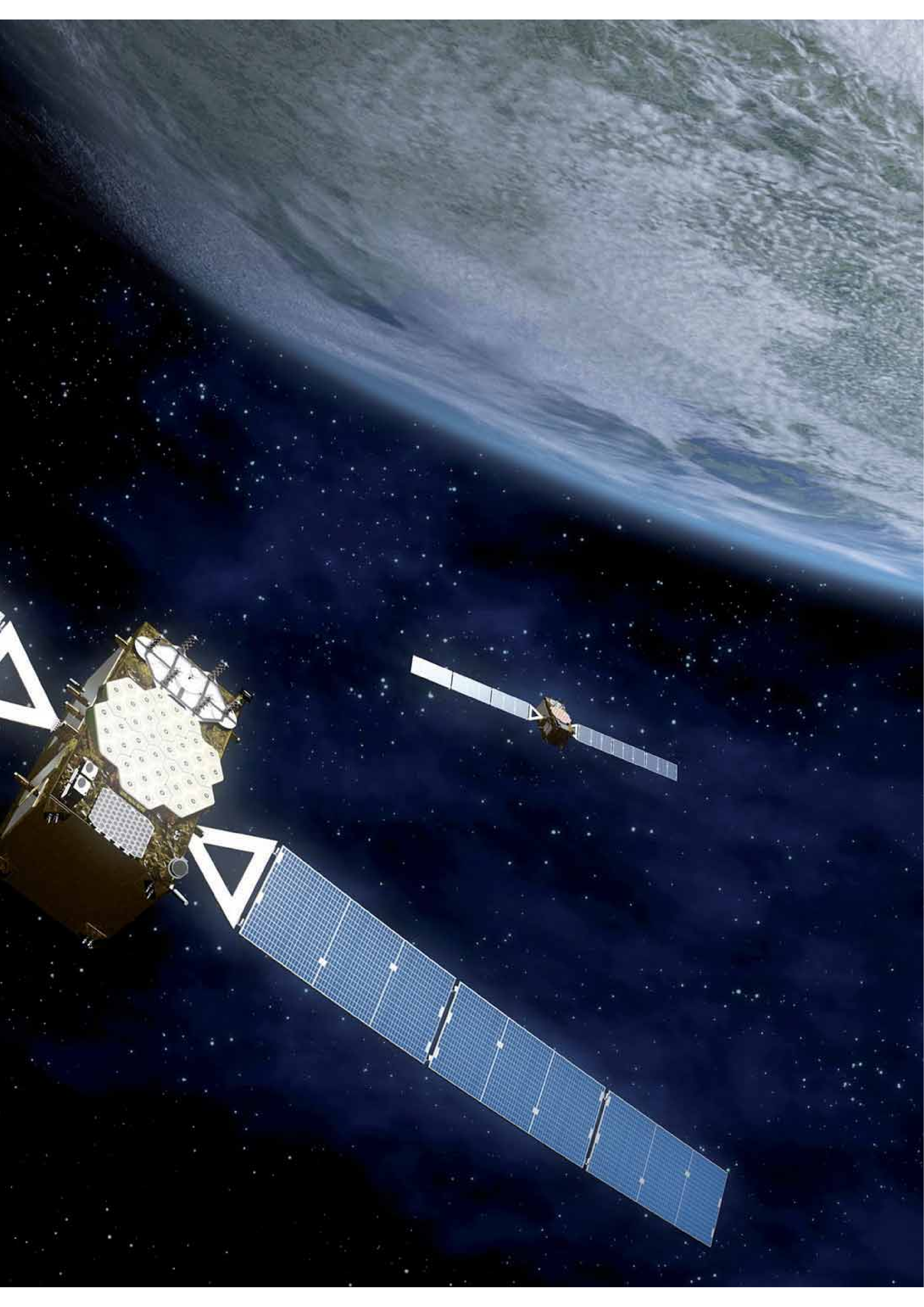
Como en toda obra humana de estas dimensiones e importancia, el espacio se ha explotado también para aplicaciones militares. Poco tiempo después del lanzamiento del Sputnik los EEUU pusieron en órbita su primer satélite de reconocimiento fotográfico (el Discoverer 14; 1960) hecho que puede considerarse el inicio de la actividad en este dominio, continuado por el lanzamiento y utilización de una gran cantidad de satélites militares de vigilancia y reconocimiento, telecomunicaciones, alerta temprana, navegación, etc.,

Hoy en día las operaciones civiles y militares se han aproximado bastante, hasta casi solaparse en algunos dominios. Se ha generalizado el empleo conjunto de satélites de comunicaciones, el sistema de navegación conocido por GPS se utiliza tanto por tropas, como por patrones de yates o navegantes del desierto, y los satélites meteorológicos están inmersos en el medio civil y en el militar.

Pero en la mayoría de los casos al hablar de espacio se hace referencia únicamente a los satélites civiles, ante el escaso conocimiento sobre sus homólogos dedicados a aplicaciones de Defensa. Parte de esta circunstancia se debe al hecho de haber comenzado en plena guerra fría y no difundirse los conocimientos derivados de esta particular utilización del espacio, quedando limitados al reducido entorno de determinados servicios y agencias.

Inmersos ya en el siglo XXI, el 75 aniversario de la Revista Aeronáutica brinda la oportunidad de ofrecer algunas respuestas sobre cuestiones relativas al espacio de Seguridad y Defensa, en su concepción actual, en particular en España, y sobre las previsibles tendencias de futuro, con las limitaciones propias del volumen del texto y, por supuesto, el respeto a las normas nacionales e internacionales de protección de materias clasificadas.





EVOLUCIÓN DEL USO DEL ESPACIO

Hace 25 años con ocasión de su 50 aniversario la Revista se preguntaba: ¿cuál será la situación de la astronáutica dentro de 25 años? Como primera respuesta se anticipaba la dificultad de hacer pronósticos a la vista de lo vivido en el cuarto de siglo que había transcurrido desde la puesta en órbita del primer Sputnik.

Esta misma pregunta podríamos hacerla ahora y obtener una respuesta similar, incluso de mayor dificultad de predicción, dado que la evolución en este tiempo ha superado con creces las previsiones más futuristas y optimistas.

Desde en lanzamiento y puesta en órbita del primer satélite hasta nuestros días se ha producido una espectacular evolución en el uso del espacio. Al analizar tal progreso, especialmente en la última década, gran parte de los analistas y estudiosos del tema coinciden en afirmar que el concepto dominante es el de proliferación o multiplicación.

Esta expansión, que se detecta en casi todos los dominios, es muy evidente en algunos muy concretos. Así puede hablarse de la multiplicación (o de aumento significativo) de los medios espaciales y de las posibilidades y capacidades que ofrecen a los usuarios.

No menos importante es la multiplicación del número de actores implicados, que ha pasado de un mínimo, representado por el sector militar, a una cantidad importante, integrada por sectores gubernamentales, científicos, comerciales, etc.

Finalmente es de destacar la multiplicación de los posibles papeles a jugar en los actuales y futuros escenarios donde sea preciso desarrollar nuevas misiones en apoyo a diferentes políticas (medio ambiente, desarrollo sostenible, etc.,) o a la necesidad de hacer frente a diferentes conflictos y amenazas.

Toda esta proliferación se manifiesta claramente en la creciente demanda de servicios espaciales, que permiten a los diferentes sectores implicados abordar ambiciosos proyectos en los que se incluyen estaciones espaciales, con presencia humana en el espacio, y costosas constelaciones de satélites, o en los continuos logros en el campo de la investigación, desarrollo e innovación, con la aparición de nuevas aplicaciones y servicios, especialmente en los dominios de la observación de la Tierra, la navegación y las comunicaciones globales.

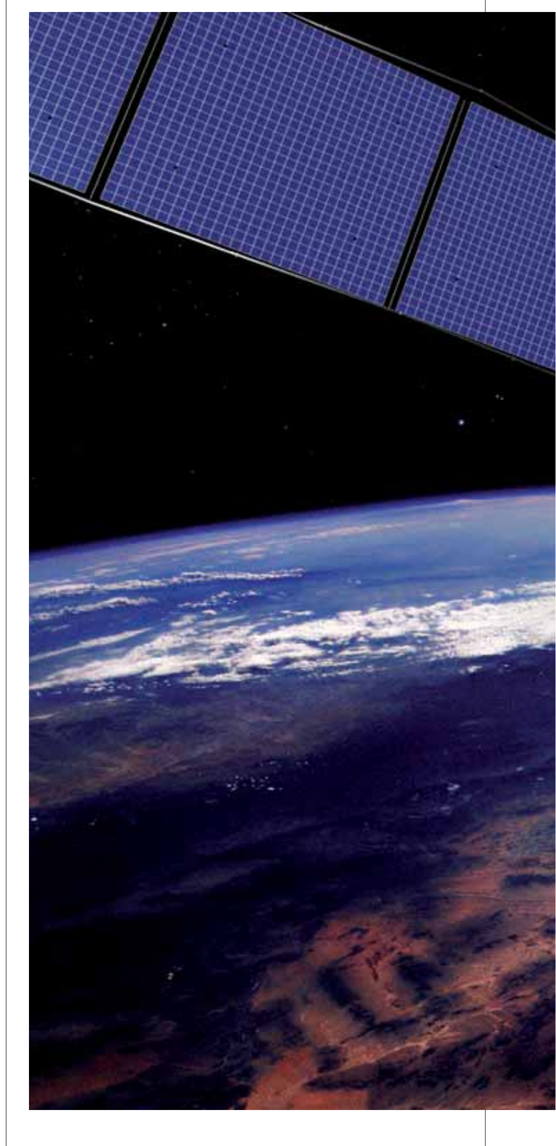
Todos estos elementos aparecen también, de forma particularizada, en el denominado espacio militar, que ha experimentado un considerable incremento en los medios y aplicaciones, mientras ampliaba su campo de aplicación extendiendo el concepto para abarcar más dominios y adaptarse de forma paulatina a los nuevos desafíos derivados de los modernos conceptos en el ámbito de la Defensa.

EL MODERNO ESPACIO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

Hasta los años ochenta, el diseño y desarrollo de los sistemas espaciales militares estaba prácticamente limitado a las dos superpotencias, cuyas necesidades partían de una situación internacional condicionada por la existencia de dos bloques con el centro de gravedad desplazado fuertemente hacia Centro Europa. También se producían una serie de conflictos de carácter bipolar en los que de una u otra forma estaban ambas presentes, según su zona de influencia, a los que se añadían diversas crisis de carácter puramente regional.

Todo ello implicaba una estrategia de uso del espacio dirigida a satisfacer la permanente necesidad de información sobre amenazas, actividades armadas, aumentos de potencia, posibilidad de lanzamiento de misiles balísticos, etc., así como la exigencia de una permanente flexibilización y mejora de las comunicaciones tácticas y estratégicas.

Pero los acontecimientos sucedidos en las dos últimas décadas han transformado profundamente la escena internacional dando lugar a un nuevo contexto estratégico mundial y local. La unificación alemana, la desaparición de la Unión Soviética y el progresivo establecimiento de una Europa común, han significado una disminución del riesgo de conflicto mundial, pero no han evitado la permanente aparición de fuentes de inestabilidad; los conflictos bipolares han devenido en multipolares y las crisis regionales tienen tendencia a globalizarse e, incluso en algunos casos, han dado lugar a verdaderos conflictos armados (Golfo Pérsico, Bosnia, Kosovo, Afganistán, Irak,..). Además ha surgido un nuevo fenómeno, latente en la época, como es el terrorismo global cuyos



más desgraciados ejemplos se materializaron en los atentados de Nueva York y Madrid.

Este nuevo escenario ha obligado a la adopción de otras estrategias. Los países occidentales (entre ellos España), integrados en alianzas comunes, están dando impulso a la moderna concepción de la defensa, que ya no se entiende como algo limitado al espacio de soberanía propio, pues más allá de éste existen factores de inestabilidad generadores de riesgos, muchas veces

impredecibles, que afectan negativamente al esfuerzo común de paz y estabilidad.

Así aparece un nuevo modelo que comprende una seguridad y defensa multinacionales, donde a las antiguas amenazas políticas, militares, económicas y sociales se añaden nuevos elementos de riesgo, cuyos ejemplos más caracterizados son el terrorismo o el impacto de la presión medioambiental. El principal objeto es prevenir, gestionar y resolver, si llega el caso, crisis de amplio espectro, así como evitar conflictos y proteger los intereses comunes ante cualquier tipo de amenaza, para lograr las metas deseadas del mantenimiento de la estabilidad y la convivencia en paz y libertad.

La adopción de estos nuevos conceptos de defensa ha contribuido a destacar la dimensión estratégica del uso del espacio y de sus variados dominios de aplicación en los diversos escenarios susceptibles de presentarse en el momento actual y a corto plazo. En la actualidad los medios espaciales aparecen como una herramienta indispensable por su capacidad de obtener y difundir información de forma repetida y en cualquier lugar, su carácter global y no agresivo y su libertad para franquear fronteras con total independencia, con discreción y en el estricto respeto de las leyes internacionales.


GPS

SISTEMAS ESPACIALES ADECUADOS A LOS NUEVOS CONCEPTOS

El término espacio admite múltiples interpretaciones, dependientes del contexto, que pueden dar lugar a confusión. Normalmente al hablar del espacio se hace referencia al entorno que nos rodea, distinto de la tierra, aire y océanos, al que se considera de gran importancia estratégica y con capacidades significativas en dominios como la TV y radio digitales, la previsión meteorológica, control medio ambiental, etc.

Pero en un enfoque orientado a la explotación de las capacidades que puede proporcionar el espacio, es necesario ampliar el concepto para abarcar en él tanto al medio físico, como a sus elementos y aplicaciones, incluyendo los situados y utilizados en tierra.

De esta forma se considera que, en este contexto, el espacio está integrado por los siguientes componentes:

- Sistemas Espaciales,
- Infraestructuras,
- Aplicaciones y Servicios de valor añadido.

Continuando con esta línea argumental, los diversos sistemas espaciales se diferencian entre sí según las capacidades que pueden proporcionar. Así es usual clasificarlos en las familias de:

- Comunicaciones
- Observación (de la Tierra y del espacio)
- Navegación
- Meteorología
- Geodesia
- Acceso al espacio (lanzadores)

Al hablar del espacio de seguridad y defensa se hace uso de un concepto amplio en el que se incluyen el espacio, como medio, y los sistemas espaciales (en el espacio o en tierra). En este sentido se hace referencia al uso del espacio, y sus sistemas, así como de las capacidades que proporciona el medio espacial en apoyo de la estrategia de la seguridad y defensa comunes y de la tarea de alcanzar los objetivos de dicha estrategia.

En este caso son las tres primeras familias las que merecen una especial atención.

- Sistemas de Comunicaciones; transmisión punto a punto de datos, voz, tv, multimedia, retransmisión de datos de satélites de observación, etc., permitiendo la transferencia de información a través de las fronteras.

En el campo de las telecomunicaciones los satélites constituyen la colum-

na vertebral de toda red de comunicaciones, soportando y complementando al resto de medios. Su empleo está especialmente recomendado en aquellas operaciones de gestión y resolución de crisis que implican una rápida proyección de medios, de gran movilidad, sobre zonas alejadas y muy diversificadas, donde son vitales la flexibilidad y capacidad de reacción.

• Sistemas de Observación de la Tierra; adquieren y proporcionan datos (radiación e imágenes) de áreas concretas en cualquier lugar de la superficie de la Tierra.

Cuenta con un gran número de aplicaciones, que se incrementa día a día, tanto en el sector civil como en el gubernamental o el comercial, pero donde alcanza su más alto grado de utilización es en el de la inteligencia al constituir una herramienta esencial que permite la obtención de información de forma permanente y repetitiva en todo lugar del globo.

Asimismo los sistemas de observación de la Tierra desde el espacio son de probada eficacia en otros campos de la defensa, donde constituyen un valioso complemento para el resto de medios disponibles, ayudando en la preparación de las operaciones y favoreciendo la utilización de los modernos sistemas de armas.

• Sistemas de Navegación; proporcionan señales que permiten determinar la posición 3D, velocidad, etc., de un receptor con una precisión dependiente de cada sistema. Sus datos se utilizan también en combinación con los obtenidos por los sistemas de Observación, en varias aplicaciones (Sistemas de Información Geográfica, Posicionamiento, etc.).

La navegación por satélite nació y creció con una fuerte vocación de uso militar, para posicionar móviles y guiar armas de precisión. Pero el incremento de la demanda de la sociedad de la información ha dado lugar al desarrollo de un número creciente de servicios que cada vez utilizan mas las informaciones proporcionadas por los sistemas de navegación espaciales, en el dominio de los transportes, comunicaciones, control de tráfico, etc.,.

En el caso concreto de seguridad y defensa la información de posición y de tiempo que proporcionan los sistemás de navegación constituyen datos críticos, algunas veces indispensables, especialmente para el desarrollo de operaciones donde intervengan sistemas de armas modernos.

EL ESPACIO COMO CAMPO DE BATALLA

Si bien en este artículo se trata de la utilización del espacio con fines de defensa, parece conveniente insertar un breve resumen referente a la evolución de la utilización del espacio como campo de batalla.

En el aniversario de la revista se publicaban dos artículos dedicados a la guerra en el espacio, tema entonces de gran actualidad. ¿Qué ha sucedido desde entonces con respecto a este asunto?

En la estrategia espacial norteamericana se incluía entonces la posibilidad utilizar el espacio como escenario de uno de los modernos tipos de guerra, situando en él sistemas defensivos o sofisticado armamento a utilizar en el espacio, o desde él hacia la Tierra, lo que se popularizó con el nombre de "guerra de las galaxias".

En 1983 comenzó a desarrollarse la Iniciativa de Defensa Estratégica (SDI), denominación oficial de la guerra de las galaxias, como un ambicioso programa de destrucción de misiles balísticos en su fase de lanzamiento. Las diferentes administraciones estadounidenses fueron posteriormente modificando y recortando las capacidades del futuro sistema antimisiles, en los programas conocidos como GPALS (Global Protection Against Limited Strikes) y NMD (National Missile Defense) conceptos que permanecieron en vigor hasta que en agosto de 2006 el presidente de los Estados Unidos aprobó la denominada "U.S. National Space Policy" que derogaba los anteriores

En ella se establece la política nacional para las actividades espaciales cuyo elemento central es la libertad de acción en el espacio. Para ello define la doctrina de control y dominio del espacio como la capacidad para vigilar las actividades espaciales de cualquier nación, el control de dichas actividades por medio de acciones defensivas y ofensivas y el poder asegurar la libertad de acción de las actividades espaciales propias (es decir de los EE.UU.). Asimismo se asegura que este control espacial implica la capacidad de denegar el acceso al espacio a cualquier nación considerada como amenaza para los EE.UU.

La implementación de esta doctrina ya ha comenzado en la actualidad desarrollándose por medio de cinco elementos: vigilancia espacial, acciones defensivas, acciones ofensivas, asegurar el acceso al espacio y capacidad de respuesta operativa y protección ante cualquier ataque de los sistemas terrestres vitales para la seguridad nacional.

Estos conceptos admiten todo tipo de interpretaciones, desde las mas pesimistas, que hablan de militarización del espacio, hasta las mas optimistas, que opinan que la medida trata de proteger a los Estados Unidos pero también de salvaguardar y ampliar el uso pacífico del espacio.

Algunos expertos opinan que dicha política estaba en suspenso pero que su activación se produjo con motivo del incremento de la capacidad militar espacial de China, cuyo último exponente había sido la destrucción desde tierra de un satélite que había quedado fuera de servicio; es decir la utilización de un arma antisatélite.

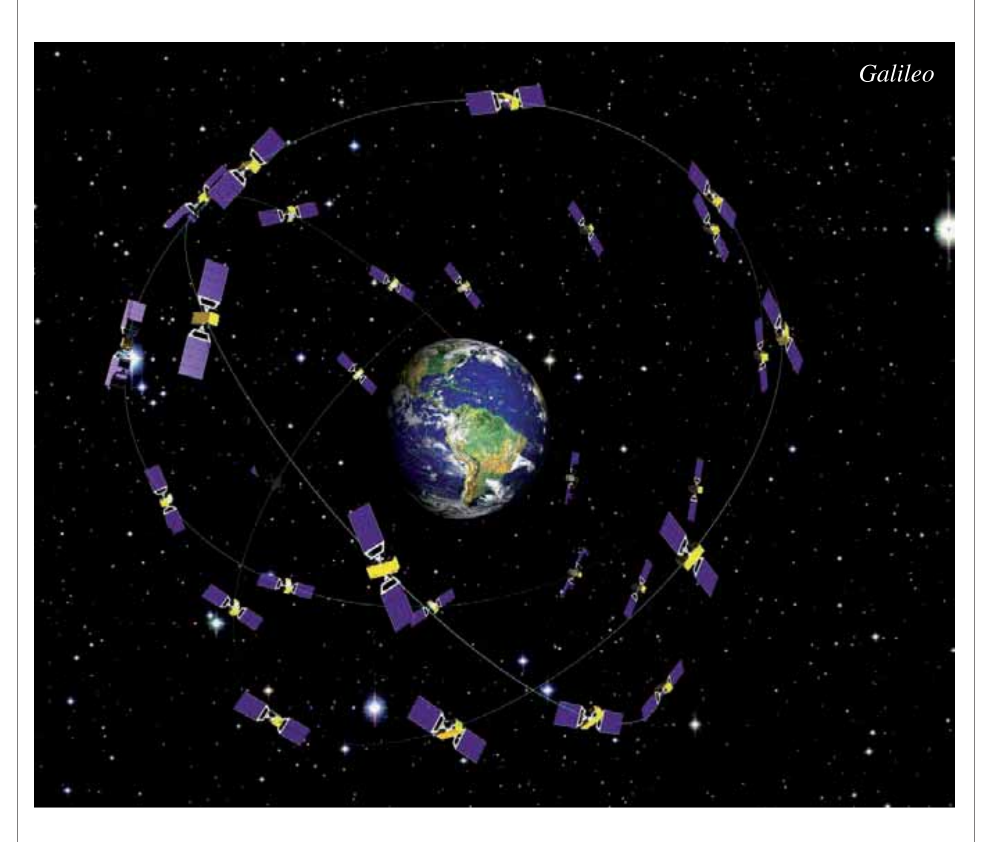
Con estos elementos de juicio es difícil asegurar si reaparece de nuevo el concepto del espacio como campo de batalla o se trata de mantener su uso para fines pacíficos en beneficio de toda la humanidad, como desea la Unión Europea. Los próximos años serán testigos de uno u otro caso.

EL ESPACIO DE SEGURIDAD Y DEFENSA EN ESPAÑA: NUEVOS MEDIOS, NUEVOS CONCEPTOS, NUEVAS MISIONES

Si se trata de establecer una comparación entre las capacidades disponibles hace 25 años y las actuales la tarea es sumamente fácil, dado que en aquella época el espacio militar español prácticamente no existía y hoy en día es una realidad con un futuro prometedor a medio plazo..

España, miembro de la Agencia Europea del Espacio (ESA) desde su fundación en mayo de 1975 e impor-

tante contribuyente a la actividad espacial europea desde la década de los sesenta, no había seguido una trayectoria paralela en el campo de la utilización del espacio para fines de defensa, de la que solamente puede citarse la iniciativa del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), organismo autónomo del Ministerio de Defensa, al poner en órbita en 1974 el primer satélite español, denominado INTASAT, dotado de una carga útil experimental.



Galileo

Pero a finales de la década de los 80 se produjo un giro importante en esta trayectoria; los programas Helios y SECOMSAT, así como la activa participación en el Grupo de estudios espaciales de la Unión Europea Occidental y el establecimiento en España (1992) del Centro de Satélites de este organización europea, fueron los elementos iniciadores de un creciente interés en mejorar y aumentar las capacidades operativas en dos de los campos más importantes, que a su vez contribuyó a potenciar la capacidad industrial al adquirir nuevas tecnologías y perfeccionar las ya existentes.

La evolución en los diferentes sistemas ha sido, de forma resumida, la siguiente:

Sistemas de Comunicaciones

En septiembre de 1992 se puso en órbita geoestacionaria (a unos 36.000 kilómetros de altura) el satélite español Hispasat 1A que llevaba a bordo una denominada carga gubernamental en banda X (la conocida como banda militar o segura) con dos transpondedores específicos para comunicaciones fijas y móviles, dando así comienzo a la utilización de satélites de comunicaciones con fines de defensa.

La infraestructura terrestre de utilización del satélite se constituyó en el marco del denominado SECOMSAT (Sistema Español de Comunicaciones Militares por Satélite) que tenía por objeto establecer y operar medios de comunicaciones seguros, de gran capacidad y con alto grado de fiabilidad, en beneficio de las fuerzas desplegadas en territorio nacional o en el extranjero, apoyando a los órganos de Mando y de Apoyo Logístico integrados en el Sistema Conjunto de Telecomunicaciones Militares (SCTM).

Al año siguiente (julio de 1993) se puso también en órbita geoestacionaria el Hispasat 1B, dotado asimismo de transpondedores en banda X, con características tales como la interoperabilidad con otros satélites o la posibilidad de operar con satélites comerciales, en banda Ku, en aquellos lugares situados fuera del área de cobertura de la banda X.

Estos dos satélites de Hispasat fueron utilizados por las Fuerzas Armadas españolas en el marco del SCTM hasta que al comenzar el siglo XXI, dada la prevista finalización de su vida útil, se decidió reemplazar a Hispasat por otros medios que permitieran mantener la capacidad de comunicaciones por satélite, para lo que se inició un nuevo programa de comunicaciones gubernamentales.

Durante la fase de definición y desarrollo del nuevo programa, ante la posibilidad de encontrarse con un período de vacío, el Ministerio de Defensa contrató con la compañía Hispasat la prolongación de la vida útil del satélite 1B mediante su puesta en una órbita inclinada, continuando así en servicio hasta marzo de 2006.

El primer satélite del nuevo programa fue el XTAR - EUR, lanzado en 2005, que presenta la particularidad de proporcionar comunicaciones seguras por medio de un contrato de alquiler por uso. De los doce transpondedores en banda X que lleva a bordo el satélite, España alquiló tres para su utilización por sus Fuerzas Armadas.

Posteriormente se completó el programa poniendo en órbita geoestacionaria, en marzo de 2006, el satélite SPAINSAT con capacidad de doce transpondedores de alta potencia en banda X y uno en banda Ka. En este caso la particularidad consiste en la cesión del exceso de capacidad operativa, en condiciones normales, a otros gobiernos y organizaciones, como EEUU, Holanda o la OTAN.

Entre los dos satélites proporcionan una cobertura de aproximadamente el 70% de la superficie de la Tierra, con especial atención a las zonas de interés estratégico, siendo gestionados por la sociedad HISDESAT, constituida en 2001, de la que el ministerio de Defensa es partícipe en un 40%.

Por su parte el programa SECOMSAT continúa hasta que finalice la implantación del conjunto de terminales de comunicaciones (fijas, móviles, en navíos y transportables) y centros de gestión que forman el sistema de co-

municaciones vía satélite del Ministerio de Defensa.

Todos estos satélites, programas y sistemas han hecho posible que España sea una de las pocas naciones que disponen de su propia infraestructura de comunicaciones por satélite rápidas, seguras, flexibles e interoperables en beneficio de la defensa.

Sistemas de Observación de la Tierra

El caminar español en la utilización del espacio con fines de defensa comenzó en 1988 con el compromiso de participar (con un 7%) junto con Francia e Italia en el Programa Helios, que tenía por objeto desarrollar, poner en órbita y operar un sistema militar de observación por satélite.

Después de un largo período de estudios y desarrollos, en julio de 1995 comenzó su actividad el sistema Helios con la puesta en órbita del primer satélite de la serie, el Helios IA que, situado a una altura de unos 700 kilómetros, llevaba a bordo una carga útil dotada de un sensor óptico visible con una gran resolución espacial en comparación con la que se disponía en la época con satélites civiles.

En 1999 se completó la serie al poner en órbita y explotar el satélite Helios IB, que complementaba al anterior y lo mejoraba en cuanto a su capacidad de almacenamiento y la flexibilidad de descarga de datos.

El sistema Helios fue innovador al presentar la característica diferenciadora de su utilización conjunta entre los tres países cooperantes, con una infraestructura propia de cada uno de ellos integrada en una común, diseñada para programar y acceder a los datos que proporcionan los satélites, tanto de forma conjunta como individual, constituyendo un ejemplo de la voluntad de cooperación en materia de defensa que se está reflejando en el diseño de los actuales sistemas espaciales europeos.

Asimismo fue innovador al iniciar una experiencia basada en un grupo reducido de profesionales de los tres Ejércitos, bajo el control operativo del Estado Mayor de la Defensa y el apoyo técnico del INTA, que ha proporcionado los conocimientos y capacidades necesarias para poner en marcha y operar los sucesivos programas que le sucedieron o se encuentran en fase de definición y desarrollo, a la vez que ayudó a los organismos tecnológicos e industrias españolas a situarse en un primer nivel de competitividad en este dominio.

Como uno de los ejemplos de tal experiencia destaca que en abril de 1997 el INTA llevo a cabo el lanzamiento del satélite MINISAT 01, hito final del desarrollo de un sistema espacial completo, desde la fase inicial de diseño hasta la final de operación en órbita.

Al sistema Helios I le sucedió Helios II, en el que también participa España, junto con Francia y Bélgica, que con un porcentaje igual al español (2,5%) sustituyó a Italia, que participará en esta versión con otra modalidad a la que se han adherido otros países europeos.

En diciembre de 2004 se puso en órbita el satélite Helios II que, al igual que los Helios I, se situó en una órbita heliosíncrona (sincronizada con el sol) y cuasipolar, a unos 700 kms de altura, permitiendo abarcar toda la superficie de la Tierra y acceder a cualquier punto de ella en menos de 4 días.

Este satélite mejoró sensiblemente a los dos anteriores tanto en su capacidad de almacenamiento o de descarga selectiva de datos, como en su resolución, precisión de localización y capacidad multiespectral, al estar dotado de una instrumentación que incorpora sensores ópticos que trabajan en la zona visible del espectro electromagnético, y otros de alta resolución e infrarrojo que permiten operar día y noche o en zonas cubiertas de nubes.

En la actualidad se está operando un sistema integrado por uno de los dos satélites Helios I, dado que el otro llegó al final de su vida útil, y el Helios II, continuando la utilización conjunta, para lo que se adaptaron convenientemente los diferentes elementos de la infraestructura del segmento terrestre del sistema, siendo responsable del control operativo de la componente española el Estado Mayor de la Defensa.

Con el objetivo de seguir ampliando la capacidad operativa española en este dominio, en los últimos meses se han tomado algunas decisiones importantes entre las que destacan la decisión de participar en el programa Pleïades o el Acuerdo Marco firmado el 26 de julio de 2007 entre los ministros de Industria y Defensa para desarrollar un Programa Nacional de Observación de la Tierra por satélite.

En el primer caso, se ha acordado la participación española (3%) en el programa francés Pleïades, futuro sistema dual de observación de la Tierra que dispondrá de dos minisatélites ópticos de alta resolución, un multiespectral y un infrarrojo, el primero de los cuales se pondrá en órbita previsiblemente en 2008.

Respecto al Acuerdo Marco antes mencionado contempla el desarrollo, la puesta en órbita y la explotación de dos satélites con sensores diseñados según las dos tecnologías actuales de la observación espacial, óptica y radar, financiados conjuntamente por ambos ministerios, con una previsión de operatividad para el año 2012.

Uno de los satélites, al que se denominará “Ingenio”, dotado con sensores ópticos, será financiado y gestionado por el Centro por el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI; Ministerio de Industria) en el marco de la contribución de España a la Agencia Europea del Espacio (ESA). Sus principales beneficiarios serán usuarios civiles, pero, por la complementariedad de las



tecnologías de ambos satélites y la especial característica de ser un sistema propio, sus datos podrán utilizarse también para aplicaciones de seguridad y defensa, cuando así se considere necesario.

El segundo satélite, denominado "Paz", que llevará a bordo sensores radar, será financiado y gestionado por el ministerio de Defensa. Al igual que el anterior, este satélite está destinado a satisfacer las necesidades de información de un sector específico, en este caso el de seguridad y defensa, pero asimismo podrá utilizarse en otras aplicaciones civiles.

Con este diseño, ambos satélites podrán ser utilizados de forma específica por cada uno de los sectores para los que han sido proyectados, pero también podrán serlo con carácter conjunto, proporcionando así la capacidad de responder al concepto moderno de utilización de estos medios espaciales, el conocido como "uso dual" (civil y de seguridad y defensa).

Con la decisión de lanzar este Programa Nacional de Observación se posibilita alcanzar el objetivo de disponer de un sistema que abarque las dos tecnologías disponibles actualmente (óptico y radar) y además orientado al mencionado uso dual, lo que supone un gran avance en este tipo de medios. Dado que los países europeos que en la actualidad disponen de recursos de este tipo, o los tienen en proyecto, sólo contemplan una de las dos tecnologías, puede afirmarse que este Programa convierte a España en el primer país de la Unión Europea que trata de dotarse de un sistema espacial que abarque las dos tecnologías complementarias.

De esta forma, con la participación en Helios (I y II), la futura en Pleïades y el acuerdo de desarrollar el programa nacional de observación, España dispone y se asegura la disponibilidad para la próxima década, de una valiosa fuente de información, fiable, segura y de precisión que proporciona una gran capacidad de visión estratégica desde el espacio, tanto en cooperación como con autonomía e independencia.

Sistemas de navegación

En la actualidad en España, como en muchos otros países, se utiliza como único sistema de navegación y posicionamiento el conocido como GPS (Global Positioning System) de los Estados Unidos, pues si bien existe también un sistema ruso (GLONASS) su utilización está limitada a un pequeño número de países.

El GPS se basa en una red de 24 satélites situados en órbitas a unos 20.000 km de altura con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra, que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto con precisión métrica.

El hecho de estar controlado por el Departamento de Defensa, que proporciona señales de posicionamiento con diferentes precisiones (civil y militar), y la situación de casi monopolio en un sistema espacial de amplia utilización y significativa importancia han sido parte de los motivos por los que la Unión Europea ha decidido desarrollar un sistema similar, con capacidades mejoradas, conocido como Galileo, del que se trata en el siguiente apartado.



Helios IIA

Espacio de seguridad y defensa en la Unión Europea

España, como estado miembro de la Unión Europea, también participa en los diferentes programas e iniciativas que de una u otra forma se dedican a apoyar la seguridad y defensa europeas. Entre todos ellos destacan fundamentalmente tres: las dos iniciativas para desarrollar y operar sistemas espaciales (Galileo y GMES) y el Centro de Satélites de la Unión Europea.

Galileo es el futuro sistema europeo de navegación y posicionamiento por satélite cuyo proyecto está dirigido de forma conjunta por la Comisión Europea (CE) y la ESA. Basado en una constelación de 30 satélites, hará posible la disponibilidad de servicios de posicionamiento y temporización para aplicaciones de precisión a escala mundial. Si bien será un sistema civil está prevista su utilización para aplicaciones militares, en particular las relacionadas con la seguridad.

Por su parte GMES (Global Monitoring for Environment and Security) es otra iniciativa conjunta liderada también por la CE y la ESA que tiene por objeto obtener y operar una capacidad autónoma europea para apoyar al control del medioambiente y la seguridad utilizando medios de observación de la Tierra desde el espacio.

Para ello se tratará de explotar de forma eficaz todo el potencial presente y futuro de los distintos programas y sistemas europeos de observación de la Tierra por medio de satélites y así poder hacer frente a las diferentes necesidades de los usuarios finales. Sobre esta base se trata de desarrollar la iniciativa GMES como un sistema integrado de apoyo a la toma de decisiones, con capacidad de adquirir, procesar, interpretar y distribuir toda información de utilidad relacionada con el medio ambiente, gestión de riesgos, recursos naturales y seguridad.

En 2005, España decidió contribuir con un 12% a la infraestructura espacial común que se desarrollará por parte de la ESA y ofreció asimismo el apoyo al futuro sistema por medio de las imágenes del Programa Nacional de Observación de la Tierra por satélite, uniéndose así al grupo de países que contribuirán con satélites propios a esta iniciativa europea de medioambiente y seguridad.

El tercer elemento de importancia en relación con el espacio y la seguridad y defensa en Europa es el Centro de Satélites de la Unión Europea (EUSC) creado el 20 de julio de 2001 por una Acción Común del Consejo de la organización en el marco de la Política Exterior y de Seguridad Común (PESC).

El EUSC, con personalidad legal de Agencia de la Unión, tiene por misión el apoyo a la toma de decisiones en el contexto de la PESC y de la Política Europea de Seguridad y Defensa (PESD), proporcionando el material que resulte del análisis de imágenes de satélites y de otra información complementaria.

Sus usuarios son el Consejo de la Unión y sus estructuras permanentes (entre ellas el Estado Mayor de la Unión Europea), en un primer grado de prioridad, y la Comisión y los Estados miembros de la UE, en su propio interés. También se entregan productos a los Estados europeos de la OTAN que no son miembros de la Unión así como a las organizaciones internacionales que lo soliciten al Secretario General (como por ejemplo Naciones Unidas, OTAN, OSCE, etc.)

El Centro, operativo desde el 1º de enero de 2002, está supervisado políticamente por el Comité Político y de Seguridad de la Unión Europea (PSC), bajo la dirección operativa del secretario general. Físicamente está situado en la Base Aérea de Torrejón de Ardoz (Madrid), en las instalaciones del antiguo Centro de Satélites de la Unión Europea Occidental del que el EUSC es heredero y del que recibió el conocimiento y la experiencia que acumuló en sus 10 años de existencia.

En conclusión, Europa dispone, y se está dotando, de sus propios medios para la utilización y explotación de sistemas espaciales a los que considera elementos críticos para la formulación e implementación de las políticas de la Unión como respuesta a las necesidades de los intereses prioritarios de la seguridad y defensa comunes.

TENDENCIAS

La continúa evolución del uso del espacio, con un importante crecimiento de la demanda del sector civil y comercial, especialmente en lo que respecta a las tecnologías de la información y las comunicaciones, sugiere un análisis de las tendencias actuales y a corto plazo que permitan obtener un mejor rendimiento de las capacidades ofrecidas por el medio espacial y conocer las nuevas oportunidades que ayuden a alcanzar los objetivos de seguridad y defensa.

En la actualidad los países más avanzados en el sector espacial, incluyendo a España, están poniendo en práctica un enfoque innovador para poder responder a las modernas necesidades de uso de los medios espaciales bajo control gubernamental. Este enfoque se deriva del crecimiento explosivo del sector espacial comercial y su incidencia en el sector militar. Dicho crecimiento, que se sustenta en el reciente desarrollo de un gran mercado, en el que predomina especialmente la obtención, difusión y explotación de información procedente de medios espaciales, está provocando una especie de migración o transferencia del liderazgo tecnológico desde el campo militar al civil, especialmente comercial.

En consecuencia, si como parece evidente, el empleo del medio espacial ya no está dominado por el sector militar, es difícil pensar que los objetivos de la defensa puedan alcanzarse solamente con medios espaciales dedicados. Parece entonces necesario tomar conciencia de que es posible, y a veces incluso deseable, que las nuevas tendencias en los medios civiles en diversas áreas funcionales puedan proporcionar apoyo a los medios propios de seguridad y defensa.


Centro Helios en la Base Aérea de Torrejón

En definitiva puede afirmarse que la moderna utilización del espacio en este dominio debe entenderse como algo más que el empleo de medios militares. Apoyándose en esta afirmación y teniendo en cuenta los recortes que sufren en los países de nuestro entorno los presupuestos de defensa es necesario buscar soluciones alternativas a la hora de diseñar una arquitectura espacial para defensa. Entre ellas se encuentra la dualidad, o más concretamente el "uso dual", término que hace referencia a la integración y utilización de sistemas espaciales militares, civiles y comerciales.

El concepto se basa esencialmente en la gran similitud tecnológica entre los sistemas civiles y militares, e incluso en la complementariedad de muchos de los requisitos de usuario. Esto implica que los sistemas espaciales civiles y sus diversas capacidades puedan no sólo utilizarse sino también diseñarse de acuerdo con las necesidades



de defensa, complementando de esta forma a los recursos y capacidades dedicados específicamente a dicha gestión.

Este enfoque no es nuevo, pero ha resurgido con fuerza en los últimos años, y tampoco es de "amplio espectro" dado que no tiene una clara aplicación en todos los sistemas de defensa, si bien en este sector concreto del uso del espacio parece haber encontrado el mejor modelo explicativo.

A la hora de buscar soluciones de "uso dual" es preciso tener en consideración que, en contra de lo que pueda deducirse de su nombre, no se trata solamente de la utilización de medios civiles con fines de defensa, sino que debe ponerse especial énfasis en la integración de los sistemas militares y civiles, que abarque todo el ciclo de vida global, desde la definición de los requisitos del usuario, para identificar cada aspecto de la operación y gestión de los sistemas en un contexto dual, en el que deben incluirse los aspectos singulares de defensa.

Tales singularidades, que pueden afectar a la eficiencia del conjunto de sistemas, no sólo en los aspectos de desarrollo e integración, sino también en la gestión y empleo operativo, incluyen la accesibilidad y disponibilidad de la información, en cualquier tiempo, lugar y circunstancia, la confidencialidad y, por supuesto, la seguridad de la información y de todo el conjunto de los sistemas.

En consecuencia, el concepto de "uso dual" afecta a la definición, desarrollo, despliegue, empleo y explotación de los diversos sistemas espaciales a utilizar en seguridad y defensa y es evidente que, si bien ofrece nuevas e interesantes posibilidades, también presenta riesgos que deben analizarse rigurosamente y, de aceptarse, han de asumirse de forma calculada, pues en este sector, como en todos los de alto nivel tecnológico, las posibilidades de reconfiguración son mínimas o nulas.

En definitiva, se concluye que la tendencia de uso dual, será una de las más previsiblemente desarrolladas en los próximos años, donde la integración de los actuales y futuros sistemas espaciales militares y civiles puede proporcionar una gran flexibilidad y complementariedad a los recursos dedicados a seguridad y defensa.

CONCLUSIONES

El espacio juega un papel significativo en seguridad y defensa y previsiblemente incrementará su importancia en un entorno estratégico dinámico y en continuo cambio, que irá presentando nuevos desafíos.

Los diferentes actores implicados abarcan un amplio espectro que incluye sectores militares, gubernamentales, civiles e internacionales. Este conjunto tan diverso obliga a llevar a cabo esfuerzos de coordinación, comunicación e integración de los diferentes sectores para alcanzar los objetivos estratégicos comunes. Asimismo, la integración de los medios y sistemas conlleva a un amplio abanico de posibilidades y actividades que están interrelacionadas, lo que implica mayor complejidad de uso del espacio y, por tanto, una gran especialización.

Entre los enfoques más modernos aparece con fuerza el concepto de "uso dual" que implica que sistemas espaciales civiles y militares puedan diseñarse y utilizarse de acuerdo con las necesidades de defensa, complementando los recursos y capacidades dedicados específicamente.

Este enfoque ofrece nuevas posibilidades, pero también presenta riesgos, que deben ser evaluados, así como restricciones de empleo, que deben analizarse cuidadosamente antes de su posible aceptación pues en un entorno tan característico y complejo como éste existen pocas posibilidades de corregir errores.

España está jugando un importante papel, destacando como uno de los países pioneros en la utilización del espacio con fines de defensa. Los avances en estos 25 años han sido espectaculares, casi impredecibles en 1982; pero si queremos que el futuro sea igual, o mas completo si cabe, es preciso afrontar los nuevos retos que demandan las misiones derivadas de los modernos conceptos de seguridad y defensa.

Como algunas de las opciones y enfoques son diferentes a las habituales hasta ahora, es necesario implicarse desde el principio en estos esfuerzos y desafíos para poder formular e implementar las futuras opciones de uso en una actividad tan compleja y especializada como esta.

Confiemos que, como lo hacemos hoy, dentro de 25 años podamos también comprobar que el esfuerzo y compromiso han merecido la pena. ■

50 años del hombre en el espacio: el derecho espacial

Rafael García del Poyo
Secretario General – Centro Español de Derecho Espacial (CEDE)

EL HOMBRE Y EL ESPACIO

El 4 de octubre de 1957 surge para el hombre la posibilidad de contemplar por vez primera nuestro planeta desde el espacio. El lanzamiento en ese día del satélite "Sputnik I" por parte de la antigua Unión Soviética representa un acontecimiento político, científico y tecnológico de una enorme trascendencia y que marca el inicio de la denominada por los historiadores como la nueva "Era Espacial".

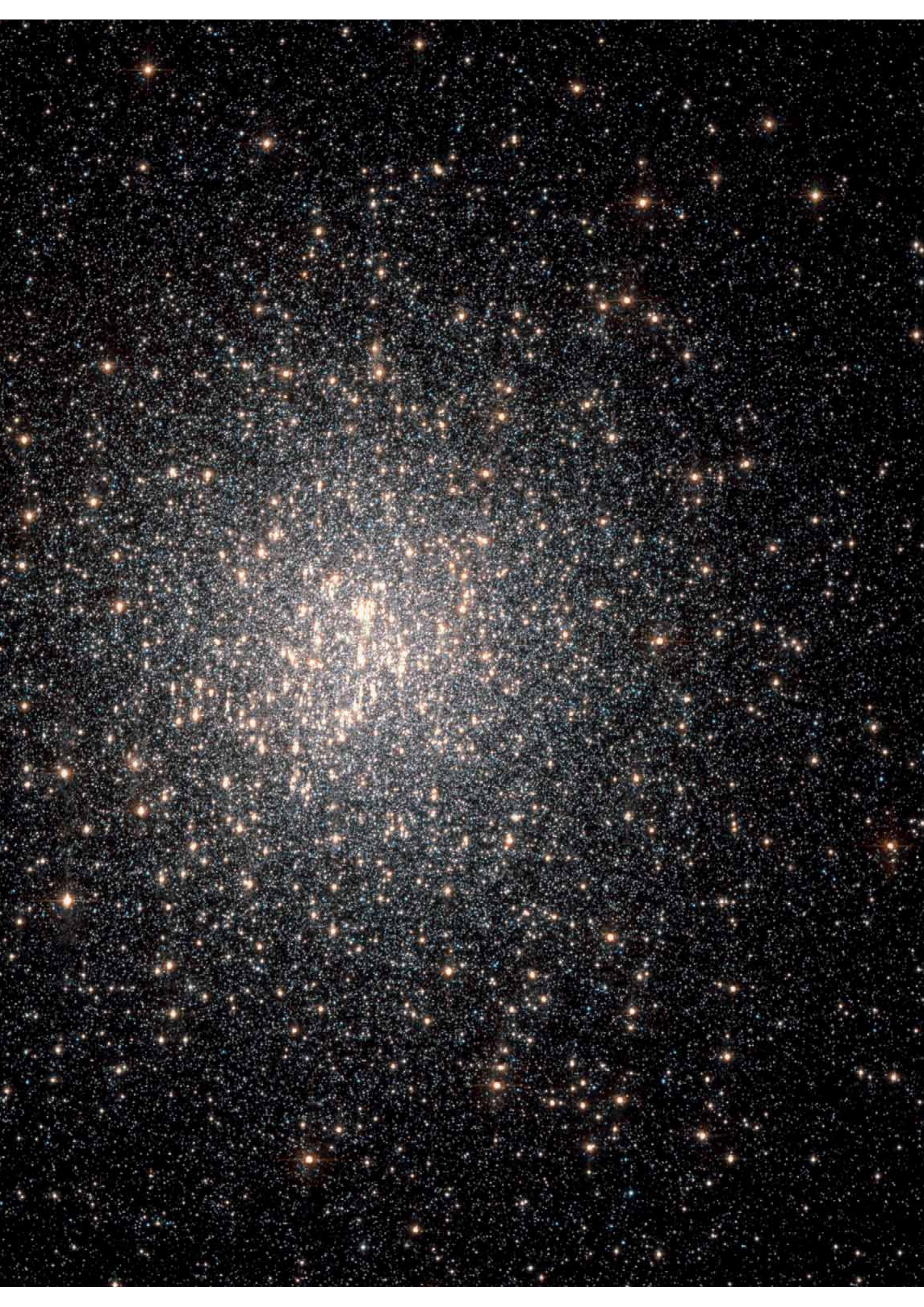
La Era Espacial trajo consigo la posibilidad de observar "una pequeña y frágil esfera de colores azulados y blancos" que queda ciertamente muy lejos del centro del Universo, tal y como se creía hasta los tiempos de Copérnico. Muchos piensan que la visión del mundo desde esta nueva perspectiva condujo a una toma de conciencia diferente de nuestro mundo y marcó de una forma definitiva el pensamiento y la evolución de la humanidad desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días.

La llegada del hombre al espacio ha ayudado a comprender la fragilidad de los sistemas planetarios y su compleja interrelación, pero también nos ha proporcionado valiosísimas herramientas con las que podremos abordar muchos de los retos a los que la humanidad deberá enfrentarse a lo largo del siglo XXI. Por ello, resulta esencial y muy urgente hacer un uso adecuado de estas herramientas con el objeto de superar con éxito esos desafíos. Y ello sólo lo conseguiremos si logramos implantar unas políticas adecuadas regidas por unos principios y unas normas jurídicas, expresivos de una idea de justicia y de orden, que contribuyan a regular los diversos intereses que necesariamente se conjugan en las relaciones internacionales.

Es un hecho incontestable que la mayor parte de los objetos lanzados al espacio apuntan hacia la Tierra más que hacia otros lejanos confines del universo debido a que desde hace varias décadas utilizamos estas estaciones, satélites, naves y telescopios espaciales para ordenar el uso de los recursos naturales y cuidar del medio ambiente, para procurarnos mejores servicios meteorológicos y más precisas ayudas de navegación; para realizar transmisiones de datos y comunicaciones de toda índole; para gestionar las telecomunicaciones, las redes eléctricas y los sistemas financieros globales y nos ayudan de forma decisiva en las actividades de socorro para casos de emergencia; también nos sirven como fuente de información para la toma de decisiones en ámbitos que van desde la agricultura a la defensa y –más recientemente– nos han abierto nuevos caminos en el campo de la educación y de la medicina además de contribuir de forma decisiva al desarrollo de la sociedad de la información y del conocimiento.

Obviamente, el desempeño de estas actividades espaciales por parte de las naciones del mundo necesita de un cuerpo jurídico que rija la actividad del ser humano también en este ámbito. El espacio ultraterrestre es





un entorno extraordinario desde muchas perspectivas y, como no podía ser menos, también lo es desde un punto de vista jurídico.

En primer lugar, todas las cuestiones jurídicas que se han ido suscitando en el ámbito espacial tienen un carácter esencialmente internacional, dado que sus consecuencias afectan, como ya hemos dicho, a la humanidad en su conjunto. Ya en 1957 –en medio de una guerra fría en el que el peligro de confrontación constituía una amenaza cierta y aunque de acuerdo con la Carta de las Naciones Unidas, las resoluciones de la Asamblea no constituyen normas jurídicas obligatorias dado que no se concibió como un órgano legislativo y, en consecuencia, sus resoluciones constituyen meras recomendaciones para los Estados miembros– se llegó al convencimiento de que debía ser la Asamblea General de las Naciones Unidas la organización internacional que asumiese entre sus cometidos la regulación de la actividad del hombre en el espacio, prestando una atención muy particular al mantenimiento de su situación de desarme y a la utilización pacífica del espacio ultraterrestre. En este sentido, de forma muy incipiente y tan sólo unas semanas después de la puesta en órbita del "Sputnik I", una resolución adoptada por la Asamblea General consideró oportuna la puesta en funcionamiento de un sistema de inspección que tuviera por principal objetivo el asegurar que el envío de objetos al espacio se realizase exclusivamente con fines científicos y, en todo caso, pacíficos.

Como es bien sabido, en el ámbito estrictamente jurídico, una de las principales responsabilidades de las Naciones Unidas es impulsar el desarrollo progresivo del derecho internacional y su codificación y en este nuevo entorno que constituye el espacio ultraterrestre, Naciones Unidas se convirtió desde los inicios de la era espacial en el centro de coordinación para la colaboración internacional en el espacio ultraterrestre y para la formulación de las necesarias reglas de derecho internacional.

Inmediatamente después del lanzamiento del Sputnik I, en 1958, mediante la Resolución 1348 (XIII) de la Asamblea General se constituyó el Comité para la Utilización Pacífica del Espacio Exterior (más conocido por sus siglas en lengua inglesa: COPUOS) el cual se vio reafirmado en su mandato en 1959 y al que se dotó a su vez de un Subcomité científico y técnico y de otro jurídico. Especialmente, el Subcomité jurídico ha realizado un papel fundamental en la labor de hacer extensiva la aplicación de los principios jurídicos del derecho internacional al espacio ultraterrestre y esa ingente labor se prolonga hasta nuestros días en colaboración con la Oficina para los Asuntos del Espacio Ultraterrestre (UN-OOSA) que desempeña las funciones de secretariado de este Subcomité jurídico.

¿QUÉ ES EL "DERECHO DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE"?

El Derecho del Espacio Ultraterrestre es el derecho que resulta de su aplicación a las actividades que se realizan en el espacio. Pero entonces la pregunta es: ¿qué es el "espacio"?

Aunque han sido (y siguen siendo) numerosos los intentos para llegar a un acuerdo en el seno de COPUOS con el fin de establecer unos límites zonales o territoriales con eficacia jurídica vinculante para los Estados, nunca ha podido fijarse un límite zonal mensurable para determinar, al menos, donde comienza el espacio. Han sido más bien los estudiosos de la materia los que han tratado de resolver esta cuestión aportando muy diversos razonamientos y teorías para darle a la "localización del espacio" unos márgenes determinados. Sin embargo, son muchos los Estados que consideran que no resulta esencial ni siquiera relevante darle solución a este punto.

De hecho, el Derecho del Espacio sigue manteniendo hoy en día una clara concepción funcional, esto es, su aplicabilidad depende de la naturaleza de las actividades reguladas. En resumidas cuentas, esto significa que a las actividades espaciales se les aplica el Derecho del Espacio –independientemente del lugar físico en el que éstas discurran– y a las actividades aéreas se les aplicará el Derecho Aeronáutico.

En términos prácticos nunca se han planteado graves problemas internacionales en lo que se refiere a la aplicación del Derecho Aeronáutico y el Derecho Espacial debido a que los lanzamientos de objetos al espacio describen una trayectoria cercana a la vertical sobre el territorio en el que se produce el lanzamiento, y unos instantes después el objeto lanzado se sitúa fuera del espacio aéreo que se rige por el Convenio sobre Aviación Civil Internacional, más conocido como el Convenio de Chicago. Este Convenio firmado en 1944 establece que sus normas resultan de aplicación básicamente en el espacio aéreo situado sobre el territorio y sobre el mar territorial sujeto a la soberanía de ese Estado.

Como decimos, esta concepción del Derecho del Espacio nunca ha causado graves problemas de orden práctico ni tampoco ha supuesto una rémora para su desarrollo de una manera paulatina y consistente el cual se ha ido conformando como un cuerpo jurídico que la doctrina ha dado mayoritariamente en denominar "Corpus Iuris Spatialis".

¿QUÉ ES EL "CORPUS IURIS SPATIALIS"?

El "Corpus Iuris Spatialis" está constituido por el conjunto del derecho internacional aplicable a las actividades espaciales, el cual se ha ido conformando de forma gradual y evolutiva bajo el patrocinio directo de Naciones Unidas. La metodología que se ha seguido para llevar a cabo esta esencial labor ha consistido –básicamente– en realizar estudios preliminares sobre cuestiones de hecho y de derecho que han ido afectando a las actividades realizadas en el espacio, para luego proseguir con la formulación de los principios de naturaleza jurídica y, por último, logrando incorporar paulatinamente dichos principios en tratados multilaterales generales.

Por ello, a grandes rasgos, el "Corpus Iuris Spatialis" está compuesto a fecha de hoy por cinco conjuntos de principios aprobados por las Nacio-

nes Unidas y por cinco Tratados sobre el espacio ultraterrestre, así como por otras resoluciones conexas también abordadas y aprobadas por la Asamblea General.

¿CUÁLES SON LOS PRINCIPIOS APROBADOS POR LA ASAMBLEA GENERAL?

En primer lugar, como hemos mencionado, desde Naciones Unidas se ha supervisado la redacción, formulación y aprobación de unos conjuntos de principios que, al menos, han de ser considerados como recomendaciones para la comunidad internacional puesto que –desde un punto de vista técnico-jurídico– no han alcanzado la categoría de normas convencionales como sí lo son los Tratados.

Estos conjuntos de principios están compuestos por:

1) La "Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre", aprobada el 13 de diciembre de 1963 (Resolución 1962/XVII de la Asamblea General) la cual constituye los cimientos del derecho internacional del espacio y en la que se establecen por vez primera los principios básicos del Derecho del Espacio Ultraterrestre: libertad, igualdad, cooperación, mantenimiento de la paz, no apropiación y responsabilidad.

2) Los "Principios que han de regir la utilización por los Estados de satélites artificiales de la Tierra para las transmisiones internacionales directas por televisión", aprobados el 10 de diciembre de 1982 (Resolución 37/92 de la Asamblea General). La aprobación de estos principios fue un intento por acordar unas pautas básicas de comportamiento por parte de los Estados en lo que se refiere a transmisiones directas de televisión. Las transmisiones directas son aquellas señales de televisión que pueden ser captadas directamente por los ciudadanos de un país mediante pequeñas antenas parabólicas y que, por tanto, no necesitan de ninguna redifusión por parte de ninguna empresa de telecomunicaciones (privada o pública). Como consecuencia, estas transmisiones escapan de una potencial fiscalización o control de sus contenidos por parte de las autoridades estatales del país sobre el que se dirige la señal. Por ello, esencialmente, en estos principios se acordó el compromiso de notificar el propósito de realizar emisiones de televisión directa a las autoridades competentes del Estado, sobre cuyo territorio se pretenden emitir señales de televisión directa, así como para entablar un procedimiento de consultas con cualquier Estado si así fuese solicitado.

3) Los "Principios relativos a la teleobservación de la Tierra desde el espacio", aprobados el 3 de diciembre de 1986 (Resolución 41/65 de la Asamblea General). Su objeto es asegurar que esas actividades se realicen en provecho e interés de todos los países y que los Estados que lleven a cabo tales actividades promuevan la cooperación internacional y presten asistencia técnica a otros Estados en las condiciones que hayan sido acordadas. Además, los Estados que sean objeto de teleobservación podrán tener acceso a los datos primarios y a los datos ya elaborados que hayan podido ser obtenidos por otros Estados "sin discriminación y a un coste razonable". La teleobservación debe mantener entre sus objetivos fundamentales el facultar la protección de la humanidad frente a los desastres producidos por la naturaleza. Por esta razón, el Estado que obtenga información que pueda ser útil para un Estado que potencialmente pueda resultar afectado por un desastre natural, deberá transmitir tal información al Estado interesado con la mayor urgencia posible.

4) Los "Principios pertinentes a la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre", aprobados el 14 de diciembre de 1992 (Resolución 47/68 de la Asamblea General).

En esta Resolución se recogen las medidas que los Estados de lanzamiento deberán adoptar antes de enviar objetos al espacio que utilicen fuentes de energía nuclear para su propulsión, así como las consecuencias jurídicas que se producirían si se produjeran daños o perjuicios a terceros en el momento del reingreso en la Tierra si éste se produjera.

Adicionalmente, se contemplan ciertas normas referentes a la seguridad y construcción de objetos espaciales que utilicen este tipo de fuentes de energía, entre las que destacan que los reactores nucleares deberán ser utilizados en misiones interplanetarias o en órbitas altas. Si se utilizasen en órbitas bajas, los objetos espaciales que utilicen este tipo de propulsión nuclear habrán de ser situados en una órbita alta al terminar su vida útil.

5) La "Declaración sobre la cooperación internacional en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre en beneficio e interés de todos los Estados, teniendo especialmente en cuenta las necesidades de los países en desarrollo", aprobada el 13 de diciembre de 1996 (Resolución 51/122 de la Asamblea General).

El principal objetivo de esta Declaración es llevar a cabo una labor de concienciación para que los países desarrollados contribuyan con asistencia técnica y financiera a promover la ciencia y la tecnología espaciales en los países en desarrollo y fomentar en ellos el desarrollo de una capacidad espacial adecuada a sus necesidades.

¿CUÁLES SON LOS TRATADOS DE NACIONES UNIDAS SOBRE DERECHO DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE?

Sin embargo, con una mayor trascendencia y con eficacia jurídica obligatoria para los Estados que son parte, en los años que siguieron a la aprobación de la Declaración de 1963 se elaboraron en Naciones Unidas cinco tratados generales multilaterales que incorporan y desarrollan conceptos y principios jurídicos en ella contenidos:

1) El "Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes", aprobado el 19 de diciembre de 1966 y que entró en vigor el 10 de octubre de 1967 (Reso-

lución 2222/XXI de la Asamblea General). Es el denominado “Tratado General del Espacio” y en él se contemplan y desarrollan los principios contenidos en la Declaración de 1963 por lo que constituye la base jurídica general para la utilización del espacio ultraterrestre.

Este Tratado establece los principios de libertad e igualdad en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre en interés y provecho común de todos los países sin discriminación alguna. La conformidad a los principios del Derecho Internacional y de las Naciones Unidas. La imposibilidad de apropiación o de reivindicación de soberanía sobre el espacio y de los cuerpos celestes. Exige el fomento de la cooperación internacional. Prohíbe la colocación en órbita de objetos portadores de armas nucleares ni de ningún otro tipo de destrucción masiva y prescribe que la Luna y los cuerpos celestes se utilizarán exclusivamente con fines pacíficos. Establece las bases sobre los principios de responsabilidad de los Estados por las actividades desempeñadas en el espacio y sobre la ayuda y auxilio prestado a los astronautas.

En relación con el armamento nuclear, conviene señalar que a pesar de esa prohibición específica, no está prohibida la utilización de otras armas en el espacio, ni tampoco queda prohibido el paso de armas nucleares lanzadas desde la tierra o el aire.

Por otro lado, el Tratado establece que los Estados serán “responsables” de las actividades que realicen en el espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes. En este sentido conviene destacar que en la década de los 60 sólo la Unión Soviética y los Estados Unidos de América eran los verdaderos protagonistas de la aventura espacial ya que únicamente estos Estados contaban con los medios técnicos y los recursos económicos necesarios para desarrollar estas actividades en el espacio.

A pesar de ello –y a instancias de los Estados Unidos– se logró acordar que en el texto del Tratado se hiciese ya referencia a las “actividades no gubernamentales en el espacio” porque aunque la Unión Soviética preferiría que la actividad espacial fuera una actividad exclusivamente atribuible a los Estados –que ‘de facto’ son los únicos sujetos del Derecho Internacional– los Estados Unidos exigían que también se hiciese alusión a las entidades privadas porque en aquellos momentos se era ya consciente de que en el futuro también estarían presentes en el espacio entidades creadas y financiadas con capital privado.

Ese futuro se ha convertido en presente ya en nuestros días cuando numerosas empresas privadas manifiestan un enorme interés por desarrollar actividades en el espacio o, incluso, realizan efectivamente actividades relacionadas con el espacio. Sin embargo, el Tratado atribuyó esa responsabilidad –que abarca no sólo a la responsabilidad de gestión y tutela del objeto lanzado sino también a la “responsabilidad por daños”, esto es, a la obligación de indemnizar a quienes sufran daños o perjuicios a consecuencia de las actividades espaciales– tanto al Estado que lanza o promueve el lanzamiento de un objeto al espacio ultraterrestre como al Estado desde cuyo territorio o desde cuyas instalaciones se efectúa el lanzamiento. Por tanto, la empresa privada propietaria de objetos espaciales o promotora de una determinada actividad espacial no es “técnicamente” responsable frente a terceros y, en pura lógica, esta atribución de responsabilidad por parte del Tratado a los Estados genera actualmente un cierto grado de conflicto con aquellas personas físicas o jurídicas de naturaleza privada que hoy en día también efectúan actividades espaciales.

Por ello, resulta especialmente llamativo que –a fecha de hoy– tan sólo unos cuantos Estados de los que han ratificado el Tratado General del Espacio también hayan adoptado instrumentos jurídicos adecuados en sus legislaciones nacionales que posibiliten el traslado de esa responsabilidad por daños a los operadores privados.

2) El “Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre”, aprobado el 19 de diciembre de 1967 y que entró en vigor el 3 de diciembre de 1968 (Resolución 2345/XXII de la Asamblea General).

Este Tratado dispone la prestación de toda la ayuda posible a los astronautas en caso de accidente, peligro o aterrizaje forzoso, la devolución de los astronautas con seguridad y sin demora y la restitución de los objetos lanzados al espacio ultraterrestre que hayan podido caer en países distintos del Estado de lanzamiento.

En el fondo este Tratado persigue fomentar la cooperación internacional en la exploración y utilización del espacio con fines pacíficos, por lo que podemos considerarlo como un desarrollo específico del “Tratado General del Espacio”.

3) El “Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales”, aprobado el 29 de noviembre de 1971 y que entró en vigor el 11 de septiembre de 1972 (Resolución 2777/XXVI de la Asamblea General).

Este Tratado surge como resultado de algunos incidentes internacionales causados por restos de objetos lanzados al espacio y caídos en el territorio de terceros estados. En él se reconoce que a pesar de las medidas de precaución que se deben adoptar en la ejecución de actividades espaciales, los objetos lanzados pueden causar daños, de ahí la determinación de los Estados en establecer unas normas y procedimientos internacionales eficaces de forma que se pueda asegurar el pago rápido de “una indemnización plena y equitativa a las víctimas”.

En la definición de daños contenida en el Artículo I del Tratado se incluyen tanto los personales como los materiales y en el Artículo II se establece que “el Estado de lanzamiento tiene responsabilidad absoluta y responderá de los daños causados por un objeto espacial suyo en la superficie de la Tierra o a aeronaves en vuelo”. Sin embargo, a partir del Artículo III del Tratado la inicial responsabilidad absoluta se va graduando y matizando dependiendo del lugar en que los daños se produzcan, los Estados que intervengan y las circunstancias que concurran en la producción de daños.

En cualquier caso, en línea con lo dispuesto en el Tratado General del Espacio la responsabilidad internacional recae en el Estado de lanzamiento y no en las entidades privadas que puedan realizar o promover el lanzamiento. Esta idea de la responsabilidad estatal queda reforzada por el Convenio al disponer en su Artículo IX que las reclamaciones de indemnización por daños serán presentadas al Estado de lanzamiento por vía diplomática, aunque en otros artículos de este Tratado se contempla la posibilidad de seguir diversas vías procesales incluso ante tribunales de justicia u órganos administrativos del Estado de lanzamiento.

En lo que respecta a las cuantías de las indemnizaciones, el Tratado se limita a disponer que éstas se fijarán conforme al derecho internacional y a los principios de justicia y equidad, de forma que se pueda reponer a la entidad que realice la reclamación en la "condición que habría existido de no haber ocurrido los daños".

4) El "Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre", aprobado el 12 de noviembre de 1974 y que entró en vigor el 15 de septiembre de 1976 (Resolución 3235 de la Asamblea General).

El propio Tratado General del Espacio ya hace referencia a que el Estado "en cuyo registro" figure el objeto lanzado al espacio retendrá su jurisdicción y control sobre tal objeto y sobre el personal que pueda desplazarse dentro de él. En el espacio es el dato del registro del objeto espacial lanzado el que, en principio, permite identificar al Estado responsable.

Por tanto, dado que los Estados son internacionalmente responsables de las actividades nacionales que realicen en el espacio ultraterrestre, en este Tratado se adoptan diversas disposiciones para crear un sistema obligatorio de registro de los objetos lanzados al espacio con el fin de contribuir a su más fácil identificación.

Por ello, cuando un objeto espacial es lanzado en órbita terrestre o más allá, el Estado de lanzamiento debe registrar el objeto espacial en un Registro que creará a tal efecto. La creación de ese Registro se notificará al Secretario General de las Naciones Unidas, a quien también se le proporcionará información de cada objeto espacial lanzado referente a: nombre del Estado o Estados de lanzamiento; designación del objeto espacial o su número de registro nacional; fecha y territorio o lugar del lanzamiento; parámetros orbitales básicos y función general del objeto espacial.

Sin embargo, conviene señalar que –a pesar de estas previsiones– no existe disposición alguna en el Tratado que obligue a notificar al Registro de Naciones Unidas los posibles cambios de titularidad sobre la propiedad del objeto que puedan llegar a producirse como consecuencia del tráfico comercial habitual.

5) El "Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes", aprobado el 5 de diciembre de 1979 y que entró en vigor el 11 de julio de 1984 (Resolución 34/68 de la Asamblea General).

Este Tratado tiene su origen en un intento de evitar que la exploración y la "explotación" de la Luna, esto es, la utilización de sus recursos cualquiera que estos sean y allí donde se encuentren, pudiera convertirse en un motivo de conflicto internacional. Adicionalmente, uno de los principales logros de este Tratado es el haber acordado que las disposiciones del "Tratado de la Luna" sean también de aplicación a "otros cuerpos celestes del sistema solar distintos de la Tierra"

Por vez primera en la historia del ser humano se declara en una norma jurídica internacional que "la Luna y sus recursos naturales son patrimonio común de la humanidad" y que "no puede ser objeto de apropiación nacional mediante reclamaciones de soberanía, por medio del uso o la ocupación, ni por ningún otro medio". Además se establece que los Estados parte tienen derecho a explorar y a utilizar la Luna sin discriminación de ninguna clase y se comprometen a establecer un régimen internacional que incluya procedimientos apropiados para regular la explotación de los recursos naturales de la Luna cuando se prevea que esa explotación pueda llegar a ser viable.

Este "régimen internacional" debe tener como finalidades: el desarrollo ordenado y seguro de los recursos naturales de la Luna; la ordenación racional de esos recursos; la ampliación de las oportunidades para el uso de esos recursos; y el establecimiento de una participación equitativa de todos los Estados Parte en los beneficios obtenidos de esos recursos, "teniéndose especialmente en cuenta los intereses y necesidades de los países en desarrollo, así como los esfuerzos de los países que hayan contribuido directa o indirectamente a la explotación de la Luna".

Si combinamos el contenido del "régimen internacional" descrito en el párrafo anterior, con la provisión del Tratado que prevee su "reexamen bajo ciertas condiciones" una vez hayan transcurrido diez años desde su entrada en vigor y lo mezclamos con la presencia en nuestros días de sondas espaciales norteamericanas escudriñando la superficie y el subsuelo del planeta Marte, podremos convenir que la "cuestión del reexamen" de este Tratado ha adquirido una tremenda actualidad y constituye uno de los puntos álgidos de la actividad diplomática internacional en el seno de COPUOS.

¿CUÁLES SON LAS OTRAS RESOLUCIONES CONEXAS APROBADAS POR LA ASAMBLEA GENERAL?

1) Resolución 1721 B (XVI) de la Asamblea General de 20 de diciembre de 1961 sobre "Cooperación internacional para la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos". En esta Resolución la Asamblea pidió a los Estados que lanzan objetos capaces de describir una órbita o alcanzar puntos más distantes que, a través del Secretario General, facilitasen a COPUOS la información que corresponda con el fin de llevar un Registro de los lanzamientos. La Resolución de 1961 cobra especial relevancia debido a que sigue sirviendo en la actualidad como mecanismo de notificación a los Estados que todavía no son parte del "Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre"

para proporcionar a título voluntario información sobre los objetos que se lanzan al espacio ultraterrestre a fin de incorporarla en el registro que mantienen las Naciones Unidas con arreglo a ese Convenio.

2) Resolución 59/115 de la Asamblea General, de 10 de diciembre de 2004 sobre la "Aplicación del concepto de Estado de lanzamiento". Si –como ya hemos visto– tenemos presente que la expresión "Estado de lanzamiento" es un concepto fundamental del Derecho del Espacio en materia de responsabilidad, mediante esta Resolución la Asamblea General recomienda y anima a los Estados a que promulguen y apliquen legislación nacional mediante la cual se autorice y disponga la supervisión continua de las actividades espaciales que desarrollan "entidades no gubernamentales" que se encuentran bajo su jurisdicción.

¿EXISTE LEGISLACIÓN NACIONAL EN MATERIA DE DERECHO DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE?

El Derecho Internacional del Derecho Ultraterrestre (el denominado "Corpus Iuris Spatialis") constituye el pilar sobre el que se asientan y se desarrollan las legislaciones nacionales de los Estados. Sin embargo, en los Tratados Internacionales existen determinados aspectos –esencialmente, en materia de autorización, supervisión y registro– que necesitan de desarrollos y precisiones posteriores en el derecho nacional y cuya transposición se deja a la discreción de los Estados en función de sus peculiaridades nacionales.

En el caso de que las actividades espaciales siguiesen estando bajo el control exclusivo de los Estados podríamos llegar a afirmar que el Derecho Internacional Público vigente en la actualidad podría llegar a ser suficiente para regular estas actividades, sin embargo, hoy en día son más las empresas de titularidad privada que actúan en el espacio que las que lo hacen a instancia y con fondos de entidades públicas o gubernamentales.

Desafortunadamente, en no pocas ocasiones, las soluciones que se adoptan en el derecho interno –lejos de intentar respetar el marco común fijado en los Tratados aceptados internacionalmente– suelen estar influidas y mediatizadas por decisiones de carácter político cuya principal finalidad suele centrarse en proteger los intereses nacionales y en apoyar el desarrollo de la industria nacional relacionada con las actividades espaciales.

Según lo establecido –básicamente– en las disposiciones del Tratado General del Espacio, en el Tratado del Registro, en el Tratado de Responsabilidad por Daños así como en la Resolución sobre la aplicación del concepto de Estado de lanzamiento, son los propios Estados los que deben asumir la doble responsabilidad de indemnizar por los daños causados, así como la de reglamentar las actividades espaciales y asegurar que la legislación adoptada resulta ser acorde con el Derecho Internacional Convencional.

A pesar de ello, tal y como ya hemos comentado anteriormente, resulta de algún modo sorprendente que en la actualidad sólo unos pocos países hayan adoptado en sus respectivos derechos internos normas jurídicas obligatorias relativas a actividades espaciales efectuadas por sus nacionales en y desde su territorio:

• **Estados Unidos**
– 49 USC 701 Commercial Space Launch Activities
– CFR 14 III 400 Commercial Space Transportation
– Land Remote Sensing Policy Act
– Communications Act
– Commercial Space Launch Act

• **Noruega**
– Act on Launching Objects from the Norwegian territory into Outer Space (1969)

• **Suecia**
– Act on Space Activities (1982)
– Decree on Space Activities (1982)

• **Reino Unido**
– Outer Space Act (1986)

•**Sudáfrica**
– Space Affairs Act (1993)

• **Federación Rusa**
– Law about Space Activity (1996)
– Statute No. 422 Licensing Space Operations (2002)

• **Ucrania**
– Ordinance on Space Activity (1996)
– Decree No. 798 on Licensing Private Entibies undertaking Space Activities.

• **Australia**
– Space Activities Act (1998)
– Space Activities Regulations (2001)

• **Hong Kong**
– Outer Space Ordinance (1999)

• **Brasil**
– Administrative Edict No. 27 (2001)

• **Bélgica**
– Law on the activities of launching, flight operations or guidance of space objects (2005)

• **Corea del Sur**
– Space Exploration Promotion Act (2005)

• **Países Bajos**
– National Space Act (2007)

En Canadá existe una normativa que regula parcialmente ciertos aspectos relacionados con autorizaciones para el lanzamiento de objetos al espacio y en Italia también se han legislado algunas materias relacionadas con la responsabilidad del Estado por lanzamiento de objetos espaciales.

En Argentina y en España existe una reglamentación en materia de registro de objetos lanzados al espacio. En particular, en España esta norma se contiene en el "Real Decreto 278/1995 de 24 de febrero de 1995 por el que se crea en España el Registro previsto en el Convenio de 12 de noviembre de 1974 de la Asamblea General de las Naciones Unidas". (B.O.E. 09/03/1995).

Finalmente, en la actualidad están siendo tramitados algunos proyectos legislativos relacionados con derecho del espacio en Francia, Alemania, Italia, Luxemburgo, Indonesia, India, Malasia y Kazajstán entre otros.

Así mismo, en 2008 se espera que el Subcomité jurídico de COPUOS ponga en marcha un plan de trabajo para cuatro años relativo al intercambio general de información entre legislaciones nacionales relativas a la exploración y uso pacífico del espacio ultraterrestre, a propuesta de los Estados Unidos.

¿EXISTE LEGISLACIÓN EUROPEA EN MATERIA DE DERECHO DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE?

En Europa a lo largo de los últimos treinta años, las actividades espaciales se han desarrollado con gran éxito, principalmente, en el marco de la Agencia Espacial Europea (ESA). Los objetivos primordiales de esta organización consisten en potenciar el desarrollo de la capacidad espacial europea, en garantizar que la inversión en actividades espaciales sigue aportando beneficios a los ciudadanos de Europa y en elaborar el programa espacial europeo y ejecutarlo.

La ESA está compuesta por 17 Estados miembros pero no todos los países miembros de la Unión Europea son miembros de la ESA y viceversa. La ESA es una organización totalmente independiente, aunque mantiene unos lazos muy estrechos de colaboración con la UE a través del Tratado Marco ESA/UE que entró en vigor en Mayo de 2004. Ambas organizaciones comparten una estrategia europea para el espacio y desde el 22 de mayo de 2007 están desarrollando conjuntamente la denominada “Política Espacial Europea”.

La Política Espacial Europea debe permitir que la Unión Europea, la ESA y sus Estados miembros respectivos incrementen la coordinación de sus actividades y programas y distribuyan sus cometidos en lo referente a actividades espaciales. Sin embargo, esta Política –por el momento– sólo ha servido para establecer las bases para futuros desarrollos y en modo alguno implica el desembolso de aportaciones económicas adicionales, ni tampoco la adopción de legislación o medidas reguladoras específicas.

Y ello es así porque la Unión Europea todavía necesita abordar la política espacial al más alto nivel político. Las Instituciones deben recibir los mandatos oportunos de los Estados miembros de la Unión Europea traducidas en forma de competencias en materia jurídica o legislativa. Incluso, si ello fuese necesario, las competencias deberían quedar reflejadas en el Tratado Constitucional tal y como ya ha sido propuesto.

Desafortunadamente, en estos momentos estamos en posición de afirmar que el Derecho del Espacio en la Unión Europa se encuentra regulado por el Derecho nacional de cada uno de sus Estados miembros, el cual –como ya hemos visto– surge a su vez de los compromisos asumidos internacionalmente en el marco de los Tratados de Naciones Unidas. Ni en el Derecho Europeo primario si en el secundario existe mecanismo jurídico alguno que procure ámbitos de armonización o de coordinación entre todos los Estados miembros de la Unión Europea, por lo que –mientras no se arbitren soluciones que procuren los cambios necesarios– el sector espacial en Europa se enfrenta a una perspectiva reguladora incierta.

¿CUÁLES SON LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON EL ESPACIO ULTRATERRESTRE QUE SE DISCUTEN EN LA ACTUALIDAD EN COPUOS?

El Subcomité de Asuntos Jurídicos del Comité de Naciones Unidas sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS) celebró su 46° periodo de sesiones, entre los días 26 de marzo y 5 de abril de 2007, en la sede de la ONU en Viena. Acudieron a las sesiones delegaciones de 51 Estados miembros, del total de 67 miembros que tiene actualmente COPUOS. También asistieron otros cinco estados y diez organizaciones internacionales en calidad de observadores.

La delegación de Suiza, país que participaba este año en calidad de observador, realizó una intervención en la cual solicitó ser admitido como miembro pleno del Comité. Suiza accedió hace poco como miembro de Naciones Unidas (lo hizo el 10 de septiembre de 2002), por lo que su petición se enmarcaría dentro de una creciente presencia de este estado en las actividades de los diversos organismos de Naciones Unidas. Recordemos también que Suiza lleva a cabo una serie de actividades espaciales, principalmente al ser estado miembro de la Agencia Espacial Europea (ESA). También participa en los dos grandes programas espaciales que tiene la Unión Europea (Galileo y GMES). La solicitud fue acogida favorablemente de modo que parece bastante probable que Suiza pase pronto a ser el miembro número 68º de COPUOS.

1) La militarización del espacio ultraterrestre y la gestión de los desechos espaciales naturales y artificiales. Durante estas sesiones, Estados Unidos informó de que el 31 de agosto de 2006, el Gobierno de Estados Unidos aprobó su nueva Política Espacial Nacional, la cual sustituye a la anterior que databa de 1996. Esta nueva política refleja de forma mucho más rotunda que la precedente el interés que para Estados Unidos tiene el espacio ultraterrestre desde el punto de vista estratégico y de seguridad. Por otra parte, este país hizo su habitual admonición al Subcomité de que ésta debe centrar su labor en resolver asuntos prácticos, y no en debatir problemas teóricos (como –a su juicio– la definición y delimitación del espacio ultraterrestre), o problemas políticos ajenos a su mandato (como la militarización del espacio ultraterrestre).

Este año también se produjeron las acostumbradas declaraciones de Rusia y de China en contra de la militarización del espacio ultraterrestre, en concierto con lo expresado por estos dos Estados en otros foros, como la Conferencia de Desarme de la ONU en Ginebra. Este año, el pronunciamiento de China revistió especial interés, al haber probado este país un misil anti-satélite en el mes de enero de 2007, que destruyó un viejo satélite meteorológico propio colocado en órbita y que ha generado una enorme cantidad de desechos espaciales. Pese a lo cual, China reiteró este año en COPUOS su posición a favor de prohibir la militarización del espacio, en lo que constituye una situación realmente paradójica. La paradoja se resuelve si es cierto, como opinan los expertos, que la prueba militar de China precisamente tuvo como objetivo presionar a Estados Unidos para que se inicien conversaciones en este sentido.

Además del asunto de la militarización del espacio, resultaría muy aconsejable que COPUOS propusiera a la Asamblea General la adopción de una Resolución destinada a impedir que continúen produciéndose y acumulándose desechos provenientes de la acción del hombre en el espacio. Desgraciadamente, el proceso natural de limpieza es muy lento y sólo resulta efectivo para aquellos objetos espaciales situados en las órbitas más bajas. En las órbitas más lejanas de nuestro planeta la fuerza de atracción gravitatoria de la Tierra no se deja prácticamente sentir sobre los objetos espaciales y en la actualidad no existen sistemas técnicamente posibles y económicamente viables para su eliminación, por lo que una labor preventiva por parte de los Estados en la generación de estos desechos resulta ser la más conveniente.

A pesar de las discusiones que se han mantenido sobre esta problemática en muy diversos estamentos, hasta ahora no se ha conseguido la aprobación de medidas internacionalmente obligatorias y tan sólo existen las recomendaciones emitidas por la UIT (Unión Internacional de las Telecomunicaciones), por la IAA (International Academy of Astronautics) y por el Inter-Agency Space Debris Coordination Comité (IADC).

De hecho, la inclusión de un punto único en la agenda del Subcomité jurídico para el próximo periodo de sesiones propuesto por Alemania y consistente en el intercambio de información entre los Estados y las organizaciones internacionales acerca del modo de ejecución de las Líneas Directrices de Prevención de Desechos Espaciales fue rechazada por pleno del Subcomité.

Sin embargo, podemos afirmar que IADC ha sido una de las organizaciones que más se ha destacado en el análisis de este asunto. El IADC es un foro gubernamental internacional constituido con el fin de coordinar en el ámbito mundial las actividades relacionadas con la gestión de los desechos de origen natural y también los ocasionados por el hombre en el espacio. Hasta la fecha, son miembros de este foro gubernamental 10 agencias espaciales nacionales y la Agencia Espacial Europea.

Por otro lado, el IADC carece de "capacidad normativa" de una forma consciente y voluntaria. Las Agencias Espaciales que forman parte de dicho foro han decidido únicamente vincularse mediante la firma y aceptación de una suerte de estatutos o "cometido" con el fin de lograr determinados objetivos relacionados con los desechos espaciales. Así, según se establece en su mandato, en el IADC "no se establece ninguna obligación ni constituye en sí mismo un requisito jurídico para coordinar tales actividades ni tampoco implica para sus miembros ninguna obligación de realizar actividad alguna de cooperación en este campo".

2) La aplicación de los cinco Tratados de las Naciones Unidas relativos al espacio ultraterrestre. La Secretaría del Subcomité jurídico de COPUOS (OOSA), en nombre del Secretario General de la ONU, envió el año pasado una carta modelo a todos los Estados miembros de la Organización, animándoles a que pasaran a ser partes en los cinco tratados del Derecho Espacial. Como resultado de esta iniciativa, el número de nuevas adhesiones a los tratados ha crecido visiblemente durante el último año.

El Subcomité volvió a rechazar por falta de consenso el documento de trabajo presentado por Rusia, Ucrania y Kazajstán, que contenía un cuestionario dirigido a todos los Estados miembros de COPUOS "sobre las posibles opciones de desarrollo futuro del Derecho internacional del espacio". Las delegaciones occidentales, en especial Francia, Japón y EEUU, volvieron a rechazarlo expresamente, y por idénticas razones que las expresadas el año pasado: estos estados se niegan a entablar en la Subcomisión un debate acerca de la necesidad de elaborar una convención universal de Derecho Espacial, que sustituiría a los tratados hoy vigentes, refundiéndolos en uno solo.

Las delegaciones occidentales consideran este esfuerzo prematuro e innecesario. Se temen además que al reabrirse las discusiones sobre un número amplio de temas, podrían ponerse en cuestión pilares fundamentales del Derecho Espacial hoy vigente, como -por ejemplo- el de la responsabilidad absoluta por daños, o el del libre acceso a la órbita geoestacionaria. A falta de consenso para aceptarlo, pero también para retirarlo, el referido cuestionario quedó aparcado de nuevo hasta el año próximo, en que probablemente volverá a ser considerado.

En este sentido, el estudio de la elaboración de una Convención universal de Derecho Espacial, propuesto por Rusia, Ucrania, China y Grecia ha sido formalmente rechazado por el Subcomité jurídico para que sea incorporado en su programa o agenda para el próximo periodo de sesiones.

En cambio, el grupo de trabajo del Subcomité aceptó que el año próximo haya un debate acerca del Acuerdo sobre la Luna de 1979. Esta iniciativa parte de los Países Bajos, que es uno de los (escasos) países occidentales que han ratificado este tratado. (De hecho, España no es parte en dicho tratado).

3) La definición y delimitación del espacio ultraterrestre y la utilización de la órbita geoestacionaria. En su momento, el Grupo de Trabajo establecido con este fin invitó a los Estados a que den cuenta al Subcomité de cualesquiera leyes o prácticas nacionales que pudieran tener en vigor relacionadas con la definición y la delimitación del espacio ultraterrestre.

El Grupo de Trabajo estudió con especial interés la posición de Australia, estado que en el marco de su ley nacional de actividades espaciales, recientemente ha "delimitado" de forma unilateral el ámbito de aplicación de dicha ley a todas aquellas actividades que se desarrollen a una altitud mínima de 100 kilómetros. El Grupo de Trabajo aprobó así mismo plantear a todos los Estados miembros de la ONU las preguntas de si consideran necesario definir el espacio ultraterrestre, y delimitarlo con respecto al espacio aéreo, o bien consideran necesario aplicar otro enfoque para resolver la cuestión.

Por otro lado, en lo tocante a la órbita geoestacionaria, las delegaciones

de Ecuador y Colombia han planteado un año más su posición tradicional acerca de una reivindicación de derechos sobre esta órbita. Ya en 1975, la delegación de Colombia en la Asamblea General de las Naciones Unidas anunció que su país reivindicaba la soberanía sobre el segmento de órbita geoestacionaria correspondiente al espacio situado sobre su territorio a la que consideraba como un "recurso natural escaso limitado" debido a que no admite más que un número de satélites relativamente reducido. Esto es así debido a que hay que mantener entre los satélites una distancia de seguridad de forma que no se golpeen entre sí y, al mismo tiempo se reduzcan en la medida de lo posible las interferencias radioeléctricas. Sin embargo, cuando la vida útil de un satélite geoestacionario termina éste permanece girando indefinidamente dentro de la órbita geoestacionaria, por lo que muchos países que en la actualidad no cuentan con los medios técnicos y financieros para situar satélites o objetos en esa órbita muestran su preocupación ante la posibilidad de que todas las posiciones en esa órbita sean ocupadas antes de que ellos puedan utilizarla.

Como cada año, EEUU y otros estados miembros del Subcomité han rechazado la posición de estas delegaciones por considerarlas contrarias al principio básico de no apropiación del espacio ultraterrestre (Artículo II del Tratado del Espacio).

4) Examen y posible revisión de los principios pertinentes a la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre. Estados Unidos y Francia opinan que la evolución de esta cuestión en el Subcomité jurídico dependerá estrechamente de los trabajos que se están desarrollando en el Subcomité científico y técnico. Dicho Subcomité ha acordado un nuevo plan plurianual de trabajo (2007-2010), por el que un grupo mixto de expertos procedentes de COPUOS y del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA), se dispone a preparar y publicar un nuevo marco internacional de seguridad para el uso de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre.

Hasta tanto estos expertos no terminen su labor, el Subcomité jurídico no puede pasar a abordar la revisión de los Principios que ya adoptara COPUOS en 1992. No obstante, todas las delegaciones desean mantener este punto del orden del día, con objeto de seguir adecuadamente la labor que se está desarrollando en el Subcomité científico y técnico, en conjunción con el OIEA.

5) Práctica de los Estados y de las organizaciones internacionales en cuanto al registro de objetos espaciales. Este punto del programa acumuló el mayor número de intervenciones, las cuales tuvieron lugar tanto en el plenario del Subcomité como en el seno del Grupo de Trabajo establecido sobre este tema. La labor de este Grupo de Trabajo ha concluido durante el presente periodo de sesiones, y el texto resultante consiste en una larga serie de recomendaciones oficiales del Subcomité, dirigidas a todos aquellos estados y organizaciones internacionales que realizan lanzamientos y que registran sus objetos espaciales conforme a lo estipulado por el Convenio sobre Registro. Estas recomendaciones fueron aprobadas por el Comité en pleno en junio de 2007, y después se elevarán a la Asamblea General de la ONU, para su eventual adopción en forma de Resolución de este órgano durante el otoño de 2007.

El Convenio sobre el registro de objetos espaciales necesita ser analizado de nuevo y modificado en consecuencia a la luz de la creciente actividad espacial ejercida por parte de entidades privadas, lo que ha conducido a que se produzcan cambios de titularidad de los objetos registrados con una mayor frecuencia. Entre otras importantes modificaciones sería necesario contemplar la posibilidad de introducir la obligatoriedad por parte de los Estados de registrar las sucesivas transmisiones del título de propiedad que del objeto espacial pudieran efectuarse a lo largo de su vida útil, de forma que un Estado de registro que haya perdido jurisdicción y control sobre el objeto debido a la ejecución de una transacción comercial no siga siendo "responsable" del mismo.

6) Examen y análisis de las novedades en el proyecto de protocolo de bienes espaciales de UNIDROIT. El representante de UNIDROIT realizó una presentación en la que informó ampliamente a los Estados miembros del Subcomité de la fase en que se hallan los trabajos de redacción del Protocolo sobre Bienes Espaciales por parte del Instituto, los cuales aunque lentamente siguen adelante. Se espera que la próxima reunión de expertos gubernamentales tenga lugar en diciembre de 2007.

Muchas delegaciones coincidieron en reconocer que el Protocolo sobre Bienes Espaciales está siendo elaborado principalmente por UNIDROIT pero esperan que COPUOS siga participando en el proceso de su elaboración. Por ello, todas las delegaciones dieron su apoyo para que este punto continúe en el programa del Subcomité Jurídico de COPUOS como mínimo durante un año más.

La actividad de UNIDROIT en este ámbito se incardina en el programa de trabajo acordado en la Convención de El Cabo de 2001 relativa a las Garantías Internacionales sobre Equipo Móvil. La acción normativa en este campo es una consecuencia directa de la progresiva intervención de entidades de capital privado en las actividades espaciales.

Con este Protocolo sobre Bienes Espaciales (equipamiento móvil espacial) patrocinado por UNIDROIT se persigue proteger los intereses de los grupos financieros que financian la construcción de objetos espaciales, de tal forma que en caso de que los "propietarios" de los objetos espaciales no puedan hacer frente a sus obligaciones de pago, se pueda efectuar de forma eficaz la transmisión de los posibles derechos de explotación que sobre los objetos espaciales sus propietarios puedan estar disfrutando. Esta idea en principio sencilla, encierra una enorme complejidad jurídica en materia de registro, responsabilidad y jurisdicción de los Estados sobre objetos espaciales así como sobre los procedimientos judiciales (internacionales) que deberán seguirse para obtener la efectiva transmisión de los derechos en favor de sus acreedores. ■

El primer satélite

Jose M. Dorado
Ingeniero Aeronáutico

Se cumplen cincuenta años, este mes de octubre, de la puesta en órbita terrestre del primer satélite artificial y, en lo que toca al llamado mundo occidental, los que lo vivimos sabemos que causó más sorpresa que alegría. Una triste sensación para celebrar un momento tan importante. Y en este aniversario, el primer recuerdo que me viene a la mente es el de un gran hombre cuyos sueños han guiado los esfuerzos astronáuticos de la Humanidad, un humilde maestro de una pequeña ciudad rusa, el visionario Konstantin E. Tsiolkovsky quien dijo: la Tierra es la cuna de la Humanidad, pero nadie pasa su vida entera en la cuna. En su patria este acontecimiento que aquí glosamos, tampoco produjo una explosión de alegría en el primer momento, aunque esto cambió al día siguiente, tras comprobar la admiración causada en los países occidentales. Me gustaría que quien esto lea recuerde que este logro resultó principalmente de los esfuerzos de pequeños grupos de personas que contribuyeron a hacer realidad un sueño universal, el acceso al espacio, un sueño que posiblemente estaba en la mente de los primeros seres humanos y cuya consideración debiera ser una llamada a la unión.

Parece oportuno plantear en este aniversario dos preguntas que creo que están en la mente de muchas personas. La primera es cómo fue que los soviéticos se adelantasen en este logro a los norteamericanos, ciudadanos de la primera potencia industrial del mundo en aquellos días. La segunda es cuál era la base tecnológica de la máquina que lo hizo posible. Y como no se trata de crear suspense iremos a ello aunque no de forma directa pues es imposible responder estas preguntas sin exponer a la atención del lector el ambiente político en que ocurrió este hecho.

LA POSICIÓN NORTEAMERICANA

La segunda guerra mundial (SGM) detiene su actividad bélica en el año 1945 con la aniquilación de los países del Eje, pero esta aniquilación no supone el fin de los problemas internacionales pues se mantiene vivo otro problema como es que, en algunos aspectos, las diferencias entre los aliados occidentales y soviéticos son objetivamente mayores que las que existían entre los regímenes derrotados y los vencedores. El fácil cambio de lado del régimen español es ejemplo de ello. Se había resuelto un problema básicamente comercial, de acceso a mercados y materias primas[1], pero había quedado sin resolver el gran antagonismo entre el sistema capitalista y religioso de los países anglosajones y vaticanistas y el sistema comunista del bloque soviético[2]. Cada uno de estos bloques se sentía amenazado por el otro pero ya no había energías en ninguno de ellos para iniciar un nuevo enfrentamiento bélico y, con la excepción del caso chino y la confirmación del coreano, se llega así a una paz armada que se conoció como guerra fría.

Uno de los problemas que afronta el gobierno norteamericano en ese nuevo escenario es cómo obtener información sobre el cerrado bloque soviético que se niega a acordar una política de cielos abiertos si no hay primero un desarme, desarme que incluye el arma atómica. Es claro que







Avión U2.

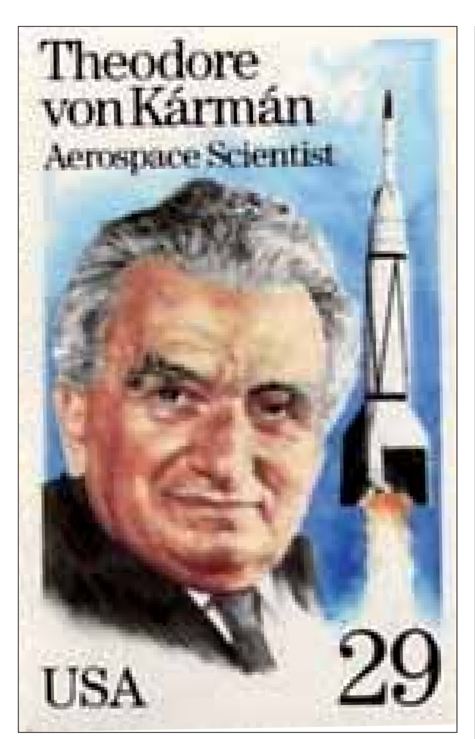
para los EE.UU. este enfoque es inaceptable pues han basado su estrategia no en grandes masas de tropas sino en una poderosa arma aérea que puede lanzar el arma atómica, con gran precisión, en cualquier lugar del planeta. Pero el gobierno norteamericano necesitaba conocer qué pasaba en una Unión Soviética que disponía del arma atómica, se había adelantado a los EE.UU. en conseguir el arma termonuclear[3] y además trabajaba en el desarrollo de bombarderos y misiles de largo alcance, cuyos ensayos en vuelo EE.UU. no podía seguir con sus radares más próximos[4] desde los que sólo alcanzaba a ver las trayectorias de los misiles de alcance medio que se lanzaban desde Kasputin Yar[5].

EE.UU. necesitaba un medio de obtener información[6] y ese medio sólo podía ser un avión. Se le denominó U2 y fue diseñado en una instalación de Lockheed Aircraft que llegaría a ser mundialmente famosa: su Skunk Works[7]. Este avión comenzó a violar el espacio aéreo de la Unión Soviética en junio de 1956 y a los siete meses, tras un vuelo desde Pakistán a Noruega, los EE.UU. disponían de fotografías de la recién construida base de lanzamiento de los misiles de largo alcance en Tyuratam (Kazajstán)[8].

Estaba claro que esta tarea hubiera sido mejor hacerla con satélites pero esto requería disponer de un lanzador y haber realizado previamente un análisis político, pues el sobrevuelo con satélite también podría considerarse violación de soberanía[9].

EL ICBM[10] NORTEAMERICANO

En 1945, los EE.UU. estaban bien preparados tecnológica y técnicamente para desarrollar este vehículo pues contaban con tres fuentes de recursos, dos de las cuales eran totalmente americanas, sin tener en cuenta los trabajos pioneros de Robert Goddard que por su secretismo no tuvieron trascendencia alguna.



T. von Karman[16].



WAC Corporal y F J Malina (dcha.).

En primer lugar, el esfuerzo académico-industrial llevado a cabo por el Caltech[11] con el apoyo de las AAF[12] que había permitido disponer de los primeros cohetes líquidos norteamericanos (jatos[13] en 1942 y WAC Corporal[14] en 1945) y lo que era más importante, establecer una primera base técnica de la propulsión cohete. Para valorar estos logros hay que tener en cuenta que el primer V2 voló en el año 1942 tras un gran esfuerzo financiero.

Fue ésta una tarea llevada a cabo por el grupo que creó el JPL encabezado por Frank J Malina y en el que trabajaban Hsue–shen Tsien[15], Apollo M Smith o Martin Sommerfield sin contar a John W (Jack) Parsons creador de los modernos propulsante plásticos, todos los cuales bajo la guía de su mentor, el profesor húngaro Todor von Karman, fundaron también Aerojet Engineering Corporation, la segunda compañía de cohetes de EE.UU. (1942). Este grupo tenía otro contrato con las AAF para obtener misiles similares a los que se adivinaba que tenían los alemanes.

En segundo lugar, el esfuerzo llevado a cabo en la costa atlántica por un grupo de aficionados, miembros de la ARS[17], como James H Wyld y John Shesta dos de los fundadores de Reaction Motors Inc, la primera compañía comercial dedicada a cohetes (1941) en los EE.UU., que durante la SGM produjo un JATO líquido empleado por la Marina y que tras la

SGM realizó el motor cohete que propulsó entre otros el avión X1, el primero en sobrepasar la velocidad del sonido en 1947, y el vehículo Viking. J Wyld patentó el primer motor cohete regenerativo[18] de los EE UU.

En tercer lugar, el grupo de unos 130 expertos alemanes de Peenemünde que, con una gran cantidad de documentos y material, trajo el Ejército a EE.UU., encabezados por Wernher von Braun. Es de interés decir que la Marina rechazó contratar a ninguno de ellos independientemente de sus capacidades y que cuando se independizaron las Fuerzas Aéreas tampoco hicieron ningún esfuerzo por emplearles directamente, como se vio en el caso del misil Thor[20].

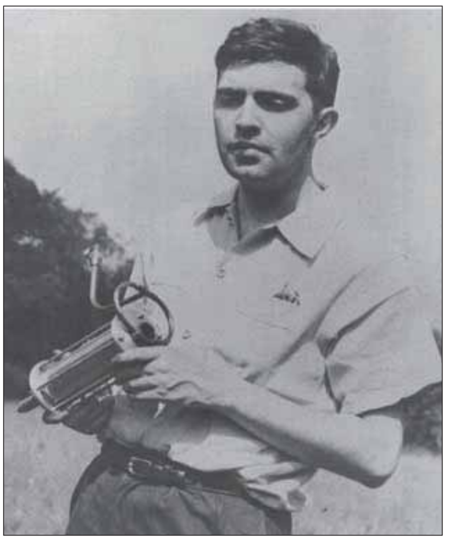
Luego, no fue falta de recursos humanos lo que frenó el logro del ICBM americano sino otras razones.

La primera fue la lucha competencial entre el Ejército, su Fuerza Aérea[21] y la Marina, por querer monopolizar este nuevo arma, unida a la resistencia de los aviadores a perder sus queridos bombarderos, una tarea en la que hay que reconocer que han sido muy eficaces pues aun hoy los mantienen. Un conflicto interno que queda bien reflejado por un dibujo cómico de la época del Sputnik 1.

La segunda fue la postura de Vannevar Bush[22] quien afirmó[23] que obtener el ICBM no era un trabajo viable pues era imposible lograr la precisión de impacto requerida tras un vuelo tan largo (un requisito que imponía el poco radio de destrucción de las primeras armas atómicas) y era muy costoso transportar el gran peso (5 Tm) de dicha arma; más tarde (1949) afirmó que tal vez pudiera hacerse pero que su precio sería astronómico[24] . Por su parte T von Karman en su monumental informe a las AAF[25] tampoco creía que los misiles fuesen efectivos en mucho tiempo. La evidente dificultad de la tarea era también buena excusa para los políticos que no querían aumentar el presupuesto[26].



Menos mal. Por un minuto creí que era de alguno de los nuestros.



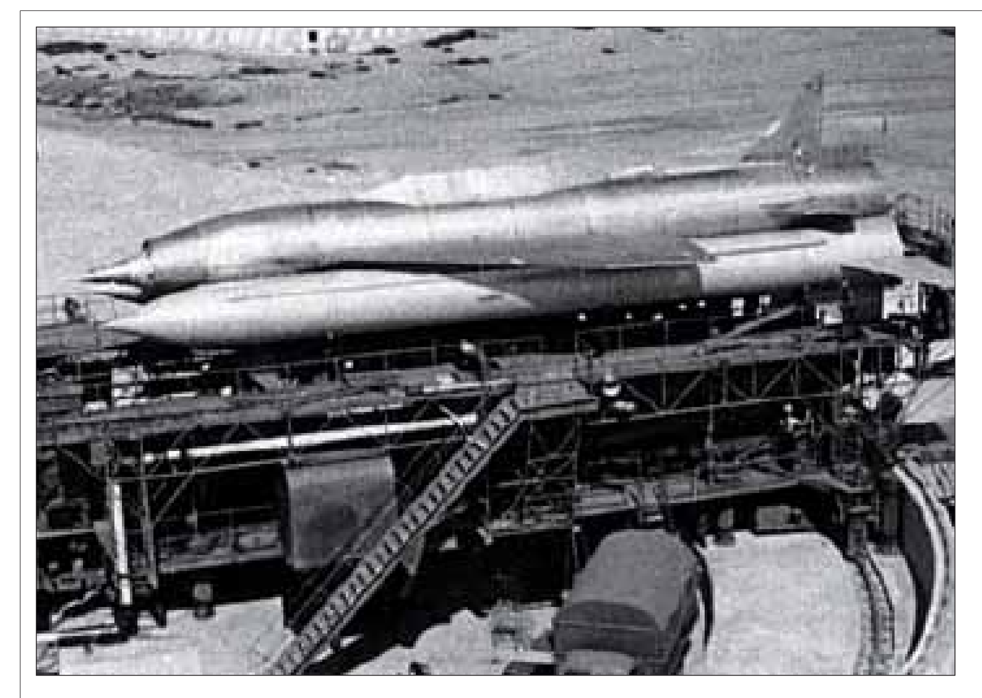
James H Wyld.

En lugar de un ICBM se aceptó[27] que se desarrollasen misiles cruceros con la filosofía de la V1 alemana[28] tal fue el caso del Navaho[29], un avión automático desarrollado por la firma Convair con el soporte de North American para el desarrollo del motor; el Navaho era propulsado por un estatorreactor tras ser acelerado por un cohete tipo V2. Este proyecto empleó los logros alcanzados en el desarrollo del cancelado proyecto MX-774[30] que pretendía una mejorada V2 norteamericana y en el que North American Aviation había conseguido el primer desarrollo norteamericano del motor del V2.

En concordancia con esta política se cancelaron desarrollos tales como el del misil Atlas de Convair y se dejó a los técnicos de Peenemünde de-



Técnicos de Peenemünde en White Sands, 1946. W von Braun 1ª fila, 7º por la dcha.





Misiles de crucero estatorreactores: Navaho (USA) y Burya (URSS). Dos alternativas a los ICBM.

dicados a tareas menores durante varios años. Sólo las Fuerzas Aéreas redujeron sus proyectos de misiles de 28 (abril 1946) a 19 (marzo 1947) y finalmente a 12 (julio 1947)[31].

Pero los ingenieros de Convair dirigidos por el famoso ingeniero estructural belga Karel J. Bossart y con la colaboración de North American Aviation ya habían logrado avances sólidos a partir de la tecnología del misil V2: motores orientables, depósitos de propulsantes integrales[32], cabeza de vehículo separable, mejor rendimiento del motor eliminando los timones en el flujo de salida de gases. Ello fue razón bastante para que la dirección de Convair autorizase continuar el trabajo siempre que no se interfiriese con los contratos en curso. Incluso la joven USAF intentó ayudar creando un contrato que denominó vehículo de investigación a gran altura[33], pero no logró convencer al Comité de I+D del Ministerio de Defensa[34]. Lo que sí continuaron financiando las Fuerzas Aéreas fue el sistema de navegación.

La Marina por su parte y a través de su NRL[35] había usado la misma razón, investigación a gran altura, y en ello basó dos nuevos proyectos, Viking y Aerobee. El origen de estos proyectos hay que encontrarlo en el hecho de que los V2 que habían dado unas grandes oportunidades de vuelo



Viking.

a la comunidad científica a un precio casi nulo[36], se estaban acabando y había que buscarles un sustituto, pues fabricarlos de nuevo se estimaba que costaría una alta cifra, alrededor de 500.000 US$[37] la unidad. Así nacieron estos proyectos, pero Viking resultó casi tan caro como hacer nuevos los V2 así que tras una corta serie sólo se continuó con los Aerobee[38].

Viking[39] fue el primer vehículo cohete completamente realizado en aluminio. Iba propulsado por un motor desarrollado por RMI[40] en sólo dos años y provisto con un montaje orientable para permitir el guiado, así como de chorros de gas para realizar esta función cuando se apagaba el motor principal; los propulsantes eran oxigeno liquido y alcohol y la turbina era arrastraba por el vapor producido por el peroxido de hidrógeno, todo como en el V2. El vehículo fue realizado por la firma Glenn L Martin y el proyecto fue dirigido por Milton W Rosen, un ingeniero formado en el JPL. Un gran producto que sería el empleado en un gran fracaso, Vanguard.

El vehículo Aerobee fue diseñado por el Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad John Hopkins con un motor Aerojet y financiado por el NRL.

Por último, el Ejército, al haber sido privado de los ICBM que pasaron

Aerobee.



Redstone.

al dominio de la USAF, se dedicaba a tareas de estudio a partir de los V2 dentro de un proyecto paraguas denominado Hermes[41] ensayando aspectos muy diversos hasta que finalmente en junio de 1950, el Ejército reubicó este equipo de 130 técnicos alemanes y otras 800 personas entre militares y empleados de General Electric Co, en el Arsenal de Redstone[42] donde iniciaron el desarrollo de un misil de propulsantes líquidos y de corto alcance (unos 200 Km[43]).

Este proyecto se denominó Redstone y se basaba en el motor derivado del V2 y desarrollado por la empresa North American[45] para el proyecto de misil de crucero Navaho, un motor que también quemaba alcohol y oxígeno líquido y daba un empuje de 30 Tm por 25 Tm del V2 y cuyos mandos de vuelo eran como los del misil alemán, timones aerodinámicos por un lado y timones de grafito en el flujo del motor. El primer Redstone se lanzó en 1953 pero su equivalente sovietico R2 habia volado en 1949. Un retraso de 4 años.

Del Redstone se derivó otro vehiculo denominado Jupiter C sin otra relación con los misiles Jupiter que el hecho de que se dedicaban a ensayar las puntas de estos cohetes para que resistieran el calor de la reentrada y llevasen la carga atómica hasta su objetivo. Estos Jupiter C eran Redstone con sus depositos alargados 2,4 m y suplementados con una segunda etapa de propulsion sólida con 12 motores, versiones reducidas del motor del vehiculo Sergeant[46], y con otra tercera etapa con 3 motores del mismo tipo. Añadiéndole una cuarta etapa se obtenía el vehiculo Juno I que era el que von Braun proponia para lanzar satelites. Del Jupiter C se fabricaron 12 unidades y como el estudio de reentrada se completó con sólo 3 vuelos quedaban nueve vehículos disponibles.

Con la llegada de la bomba termonuclear en 1953, su gran radio de



Reunión del Proyecto Orbiter, el 17 marzo 1955 en Washington, D.C.

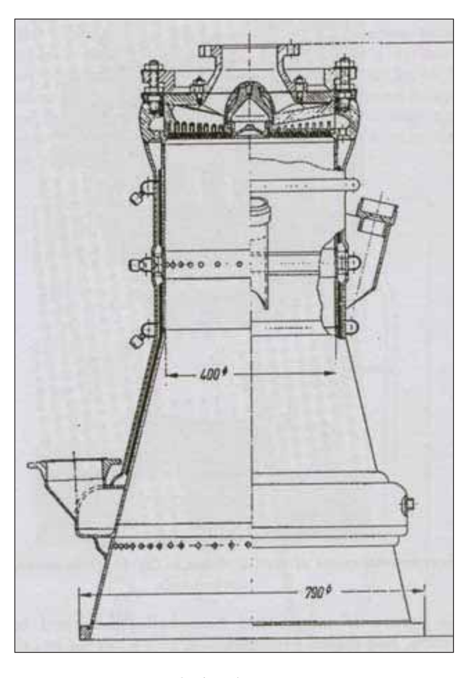
destrucción y su reducción de peso (desde 5000 Kg se pasó a 3500 Kg, luego a 1300 Kg y al fin a 700 Kg) se simplificó el problema de la precision de los ICBM y se relanzó el programa Atlas[47], un programa iniciado en 1946 y cancelado por la Administración Truman en 1947-1948. Otras recomendaciones del informe William solicitado por Eisenhower al principio de su mandato fueron que se autorizaran proyectos de vehículos IRBM[48] que deberían estar disponibles antes que el Atlas para reducir la ventana de vulnerabilidad. Esos programas fueron el Thor de las Fuerzas Aereas, el Júpiter del Ejército[49] y, poco más tarde, el Polaris de la Marina. Además la USAF consideró un gran riesgo fiarlo todo a un solo desrrollo, el Atlas, así que al poco tiempo inició otro proyecto, el Titan, con las etapas en serie en vez de en paralelo.

En este nuevo escenario el Navaho fue finalmente cancelado en 1957[50] aunque su herencia proporcionó varios avances tales como su motor cohete de aceleración, el empleo de titanio en las estructuras y el sistema de guiado que se emplearía en los submarinos nucleares.

Por eso, lo único que tenían los EE.UU. a mediados de 1957 para lanzar un (micro) satélite eran los nueve misiles Júpiter C del Ejército que requerían una pequeña modificación para ello y un desarrollo en curso basado en los citados Viking y Aerobee, el misil Vanguard. Poca cosa pero suficiente



Motores V2, Redstone y Navaho[44].



Motor V2 de placa inyectora.

EL PROBLEMA LEGAL

La idea de disponer de un satélite se discutía en EE.UU. desde 1945 cuando el teniente R P Haviland del NBA[51] propuso el Proyecto Rex como resultado de sus estudios sobre la información recogida en Alemania al final de la SGM. Esto condujo a que en diciembre el NBA aprobase el Programa de Vehículo Satélite Terrestre y se pusiese a trabajar con el apoyo de Aerojet, pero cuando se alcanzó la cifra de 8 MUS$ en gastos tuvo que parar y buscar socios; las AAF aceptaron colaborar pero V Bush no quiso reunirse con ellos, no quería verse involucrado, y así acabó este intento.

Pero a las AAF les gustó la idea y con la ayuda de su consultor RAND lograron que en mayo de 1946 la empresa aeronáutica Douglas completase un informe[52] sobre los beneficios de disponer de tales máquinas, uno de ellos era la observación terrestre pero el caos que resultó de la reorganización de las fuerzas armadas aplastó esta idea y el programa fue otro de los cancelados en 1947-1948.

Las AAF con RAND siguieron estudiando el interés militar de un satélite. El resultado fue un informe de 4 de octubre de 1950 en el que se trataban también los aspectos políticos y legales de esta materia y que se hacía eco de las acusaciones soviéticas de *"empleo de ideas y técnicos hitlerianos por parte de los EE.UU."* y advertía del peligro de que la URSS considerase una agresión el sobrevuelo de su territorio por satélites de EE.UU. Por ello EE.UU. debía tener esto en consideración de antemano. Douglas Aircraft Co con otras empresas inició el proyecto Feedback, con el apoyo implícito de la USAF, y en dos años tenía un anteproyecto de un satélite de reconocimiento. En marzo de 1955 la USAF en secreto circuló el requisito operacional nº 90; solicitando un satélite de reconocimiento para "la observación continua de áreas preseleccionadas de la tierra para evaluar la capacidad bélica potencial del enemigo". Empezaba un nuevo proyecto, WS-117L, un sistema de satélite estratégico[53] para el que no se disponía de lanzador. El primer programa espacial de EE.UU.[54]

La libertad de empleo del espacio, era pues un área de problema legal y a ella se dedicó gran atención y la solución vino de esta manera. En varias reuniones científicas internacionales se había hablado de la posibilidad de lanzar un satélite, y como existía el acuerdo de que en 1957 empezase[55] un Año Internacional Geofísico –IGY– esta podía ser una buena oportunidad para hacerlo. Se formó un comité: el Comité Especial del Año Geofísico Internacional (CSAGI) y en una de sus reuniones los representantes soviéticos escucharon la propuesta norteamericana del satélite, no propusieron nada pero tampoco se opusieron y el 4 de octubre de 1954[56] CSAGI adoptó la propuesta norteamericana: *En vista de la gran importancia de realizar observaciones durante periodos amplios de las radiaciones extraterrestres y de fenómenos geofísicos en la atmósfera superior y en vista del estado avanzado de las técnicas de cohetería, CSAGI recomienda que se considere el lanzamiento de pequeños satélites, a su instrumentación y a los nuevos problemas asociados con experimentos de satélites tales como suministro de energía, telemedida y orientación del vehículo*[57].

Este era un buen primer paso para resolver los problemas legales del sobrevuelo si los rusos colaboraban en el proyecto. Y si se adelantaban… mejor.

EL SATÉLITE NORTEAMERICANO

Por su lado, el casi desocupado von Braun aprovechó la fiebre de nuevos desarrollos de 1954 para sugerir el lanzamiento de un satélite y en diciembre de 1954 la gente del Arsenal de Redstone se reunió con la de la Oficina de Investigación de la Marina –ONR– para estudiar este asunto y se acordó que un ladrillo inerte de unos 60 cm de diámetro y de unos 2 Kg de peso se podría orbitar con los medios existentes usando el misil Redstone como el elemento básico y varios racimos de cohetes Loki formando las etapas 2 y 3. La etapa 4 sería un cohete Loki. A esta propuesta se la de-



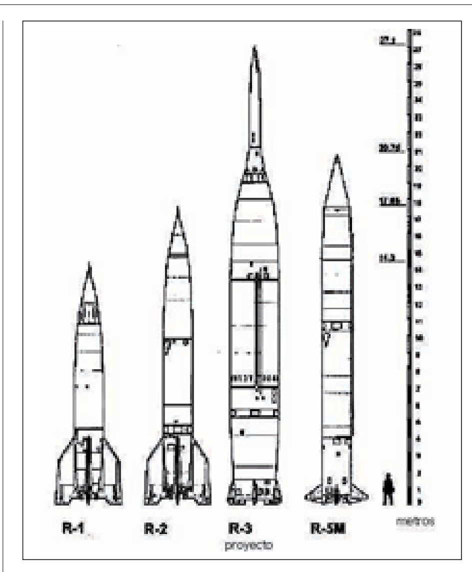


Motores cohete soviéticos RD 100 (26 Tm), 101 (37Tm), 105 (65 Tm), 107 (85 Tm) (a nivel de mar).



nomino proyecto Orbiter o proyecto Ladrillo[58]. Von Braun la denominaba Vehículo satelital mínimo.

Seis meses más tarde, en julio de 1955, la Casa Blanca anunció que EE.UU. lanzaría un satélite científico durante el IGY y en ese mismo mes la propuesta del Orbiter estaba refinada y en vez de los racimos de cohetes Loki, von Braun y sus asociados habían incluido en su propuesta varias sugerencias recibidas del JPL: emplear motores del misil Sergeant reducidos, como propulsores de las etapas 2, 3 y 4, refinar la ingeniería de la punta del vehículo y mejorar las mínimas posibilidades de seguir el cuerpo en el espacio sólo por medios ópticos incorporando



Vehículos cohete soviéticos con tecnología del V2 (por Peter A Gorin, 1994).


Plano de toberas del misil R 7.

un paquete electrónico. Pero el satélite Orbiter seguía siendo un pequeño objeto de 2,5 Kg.

Otra propuesta era la del NRL y se basaba en el empleo de un cohete Viking con dos etapas adicionales, más un satélite instrumentado (un cono de 50 cm de alto) y provisto de medios electrónicos de seguimiento y con dos configuraciones posibles.

La primera configuración era un Viking como primera etapa y dos etapas más de propulsante sólido. La empresa Glenn L. Martin Company había dedicado dos años a este diseño y había preparado planos detallados. La empresa Atlantic Research Corporation había diseñado las etapas sólidas. Esta configuración podía orbitar 18 Kg a unos 320 Km de altura.

La segunda configuración estaba compuesta por el cohete Viking más un Aerobee-Hi como segunda etapa y un motor sólido como tercera etapa. Podía llevar 18 Kg a 500 Km de perigeo. Bajo la dirección del NRL la Aerojet General Corporation había gastado dos años para desarrollar el Aerobee Hi que iba a volar en 1955. La debilidad de esta alternativa es que necesitaba 2,5 años para realizarse, 6 meses más que la anterior. Además había el programa secreto WS-117L pero éste no tenía lanzador.

Finalmente existía una propuesta más contundente de la Fuerza Aérea, el empleo de un misil Atlas[59] que se encontraba en desarrollo en esos momentos. El satélite propuesto pesaba 68 Kg pero podía excederse esa carga sin problemas hasta varios miles de Kilogramos, aunque interfería con el desarrollo del arma cuyos primeros lanzamientos estaban planificados para el primer trimestre de 1958 y estaba claro que no se cumplía la fecha del IGY.

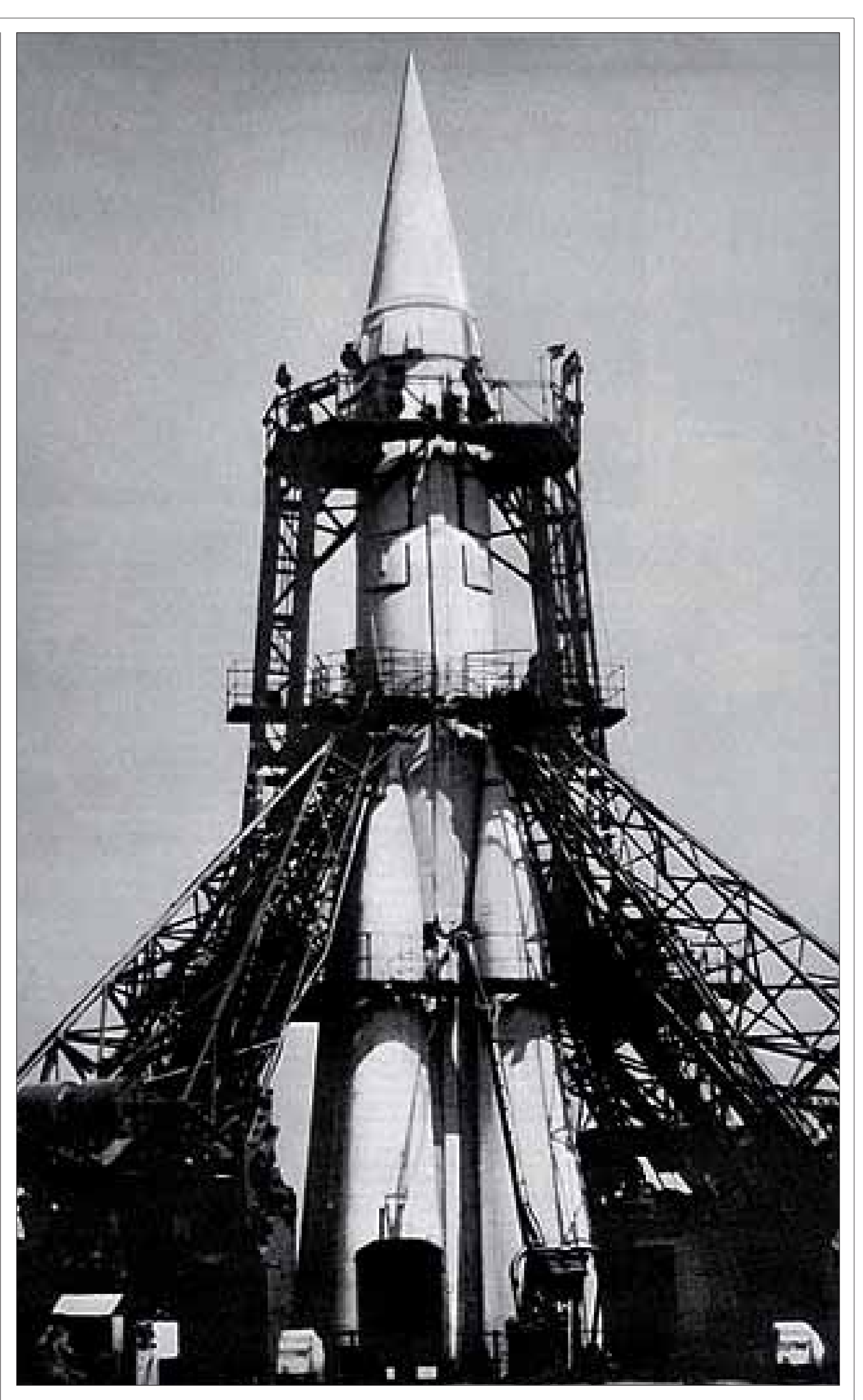
Todo esto se envió al asistente presidencial Nelson A Rockefeller y luego al NSC que produjo una recomendación que en parte sigue siendo secreta y que acababa así: *…Sin embargo se dará atención a no perjudicar la libertad de acción de los EE.UU. para continuar con otros satélites fuera del marco del IGY y recomendaba que se tomasen acciones para… hacerlo sin implicar que sólo los satélites científicos interna-*

cionales eran aceptables o que se requería el consentimiento previo de cualquier nación sobre la que pasase el satélite.

Estaba claro qué era lo que le preocupaba al Gobierno de EE.UU. El 28 de julio de 1955, el secretario de Prensa de la Casa Blanca hizo el anuncio público de la aprobación del satélite. Sólo quedaba decidir cuál era el proyecto que se autorizaba y a este fin se nombró una comisión asesora presidida por Homer Stewart del JPL y el 3 de agosto la votación fue 3 a 2 a favor del Viking y en contra del Redstone, una decisión que ahora se ve como desastrosa. Estuvo ausente por enfermedad un miembro[60] de la comisión que más tarde dijo estar a favor del Redstone. Otros dos miembros aceptaron la opinión mayoritaria alegando ignorancia sobre misiles, una sorprendente cualificación para estar en esta comisión. Entre los que estaban en contra se hallaba Charles Lindberg.

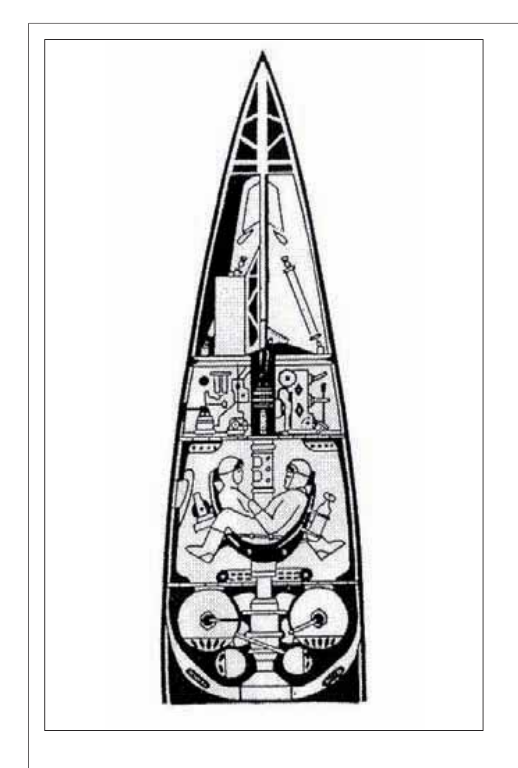
Más tarde, en 1960 H Stewart sugirió en privado que el origen étnico del personal de Huntsville estuvo en su contra y algunos de los miembros de la comisión manifestaron que no se sentían a gusto con la posibilidad de usar un vehículo "alemán". Es muy posible que fuese decisivo el carácter científico del proyecto que debió ser la instrucción que se les dio al comienzo de su tarea. También está claro que decidieron sin conocer lo aquí expuesto sobre el informe del NSC o las minutas de N. Rockefeller.

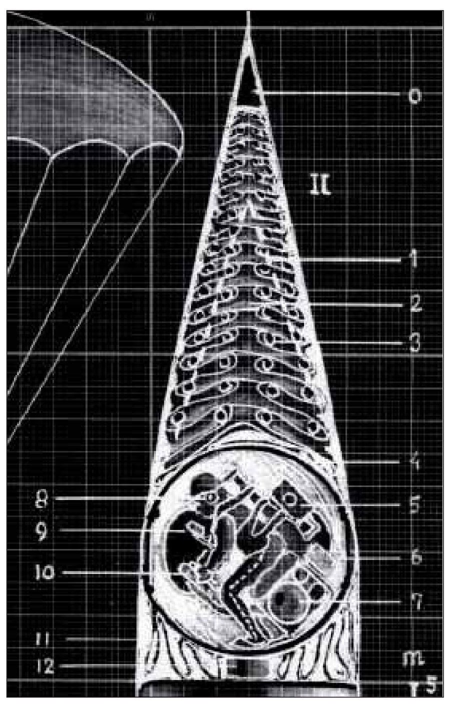
Todo hace pensar que fue una decisión política, no técnica, tal como se deseaba. Y tras lo visto, ser los segundos y no los primeros se debió considerar deseable. Además un "fracaso" ante la URSS anularía cualquier resistencia a la aprobación de los proyectos de misiles en consideración.

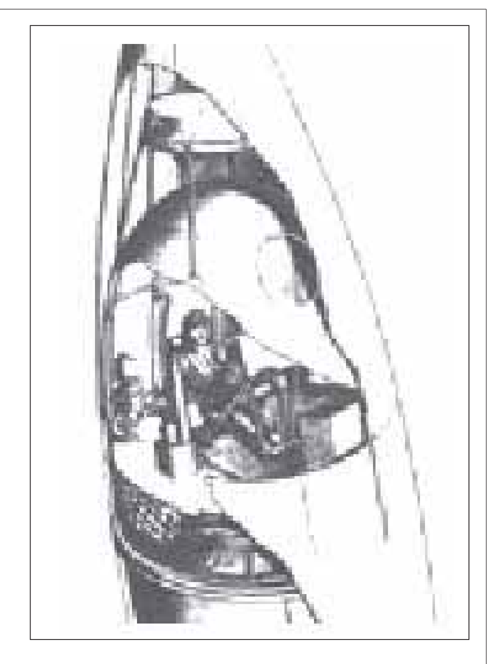


Misil R7 en su estructura"tulipa" de lanzamiento[73].

Stewart era consciente de dónde conducía esta decisión y visitó inmediatamente Redstone para decir a su personal que tuviera el cohete listo por si hacía falta, y cuando los Júpiter C empezaron sus vuelos de prueba, el general Medaris prohibió expresamente a von Braun hacer nada que enturbiase el plan acordado y además el Ejército envió inspectores a Cabo Cañaveral para garantizar que todas las cabezas de los Júpiter C eran maquetas pues nadie quería que von Braun lanzase "por error" un satélite antes de tiempo[61]. Además Allan Dulles de la CIA conocía con bastante precisión la fecha en la que se iba a lanzar el satélite ruso[62]. ¿Un Pearl Harbour espacial? El hecho de que cuando se intentó lanzar el Vanguard explotase la primera etapa (un fallo que fue más grave que el retraso y con una etapa que nunca antes había fallado ni nunca después volvió a fallar) y que su director, Milton Rose, declarase que la causa era indeterminada[63] sólo aumenta las sombras sobre este asunto.







V2 Tripulados: M Tikhonravov – Emillio Herrera – H E Ross (British Interplanetary Society).

El programa Vanguard empezó a ir mal desde el principio siendo una de las razones la asignación de recursos humanos a otros proyectos. Redstone mejoraba su posición con la disponibilidad del Júpiter C que voló por primera vez en septiembre de 1956 y alcanzó una altura de 1.100 Km con lo que una tercera etapa podría haber entrado fácilmente en órbita[64]. En enero de 1957 voló el Thor de las Fuerza Aérea y a finales de mayo de 1957 el Júpiter del Ejército.

En Huntsville conocían todo esto y que los soviéticos habían lanzado R7 su ICBM en mayo de 1957. Por eso cuando el nuevo secretario de Defensa llegó de visita el 4 de octubre y supieron que los soviéticos tenían un satélite en órbita se produjo un inmenso silencio que rompió von Braun quien pidió 60 días para lanzar un satélite americano a lo que su jefe el General Medaris dijo: “No Wernher, noventa días” y garantizaron al Secretario un 99% de éxito en dos lanzamientos.

LA POSICIÓN SOVIÉTICA

Mark Harrison ha estudiado[65] la forma en que se generaron los proyectos de desarrollo en la Unión Soviética, en el campo de la propulsión a chorro y en el periodo de 1930 a 1945, y ha expuesto la gran influencia de los diseñadores reconocidos en este proceso y cómo las luchas entre estos generadores de ideas y la falta de una estructura de control condujo a la extensión a esta comunidad de las purgas políticas de aquellos años. En los años posteriores, las demandas bélicas crearon una estructura que resolvía las discrepancias en forma menos sangrienta, aunque siguió habiéndolas, y el origen de ideas siguió estando en gran parte en las altas capas de diseñadores aunque el control de la financiación era finalmente el elemento determinante y solía ser ejercido por la alta dirección política.

En época de Stalin hubo claras directrices desde 1946 para incorporar la nueva arma –artillería de cohetes– al Ejército Rojo[66] que tenía una satisfactoria experiencia de sus lanzadores Katyusha durante la SGM. La consecución de armamento atómico les hizo dar un paso más e interesarse por disponer de misiles IRBM e ICBM.

La muerte de Stalin en 1953 parece cambiar esta situación y el heredero que emerge, el ucraniano Nikita Sergeyevich Khrushchev, tiene competidores, no está preparado para gestionar el desarrollo de esta nuevas armas y a la vez quiere modificar la estructura del Estado; todo ello se traduce en un alto grado de ambigüedad en la cadena de mando entre 1953 y 1957. Pero persiste el antiguo temor al poder y cuando S. Korolev encuentra la resistencia de un Comité a la autorización del lanzamiento del primer satélite la sóla mención de llevar el asunto a la alta dirección le permite obtener la autorización que pedía.

Es claro que las consideraciones, legales y políticas, presentes en el caso de la democracia norteamericana no son traspasables al sistema soviético. Aquí lo que fue determinante fue la necesidad que tenía N Khrushchev de afirmarse sobre sus competidores políticos, y esto hizo que apoyase firmemente el misil R7 y más tarde autorizase el proyecto de satélite en parte como reacción a la decisión de EE.UU. de lanzar un satélite, hecho al que no podía dejar de responder ante sus pares y así se explica la mínima cobertura dada por la prensa soviética al lanzamiento el primer día y como cambió a apoteosis al comprobar el impacto mediático que tuvo en los países occidentales.

El mantenimiento en el secreto de documentos clave no permite aventurar la existencia de otros intereses soviéticos aunque parece que se aprobaron estudios exploratorios para un satélite de reconocimiento militar a realizar por el NII-4 y basados en objeto D.

EL ICBM SOVIÉTICO

Cuando acaba la SGM el nivel de desarrollo de motores cohete está limitado en la URSS por sus aplicaciones, que han sido Jatos para cazas-bombarderos y motores para aviones de intercepción. Un límite de 1.200 Kg de empuje[67] es lo que da de sí su tecnología en 1945. Además la represión política y el sistema de sharaskhas han impactado negativamente en este campo[68] al desordenarlo.

El triunfo sobre Alemania se traduce en el envío de un gran número de técnicos a ese país, donde trabajan durante aproximadamente un año recuperando todo el conocimiento posible sobre los misiles alemanes, en especial sobre el V2[69] y el Wasserfall. En 1946 y por sorpresa, todos los colaboradores alemanes son embarcados con sus familias en dirección a la URSS donde se traslada el trabajo aunque una vez allí, la actividad se lleva por lo general en forma paralela[70], los alemanes trabajan en lo que se les dice y los soviéticos usan lo que quieren sin dejar participar a los alemanes, sólo colaboran en los ejercicios de tiro de cohetes y hasta que dominan los procedimientos alemanes.

A partir de esta base tecnológica y de una completa reorganización del sector, los rusos empiezan a desarrollar sus nuevos misiles pues disponen de una base técnica que les permite asimilar rápidamente lo que ven. Todos los desarrollos en este campo de la propulsión son obra del ucraniano V Glushko.

El primer misil soviético de la posguerra denominado R1 es una copia del V2; a él le siguen el R2, R3 y R5. A lo largo de esta secuencia se van introduciendo mejoras tanto en el motor como en el vehículo.

En motores cohete hay una secuencia de modelos: RD -100, -101, -102, -103, que derivan del motor del V2 pero aumentando su empuje desde los 25 Tm del V2 hasta 27, 37 y 44 Tm lográndolo con un aumento de la presión en la cámara, que llega hasta 21 atmósferas, en una mezcla más pobre que de 1,28 pasa a 1,45 (relación de oxigeno líquido a alcohol etílico al 85%) y en alcohol menos diluido (de 75% a 92%).

En el lado de los vehículos se introducen mejoras similares a las que se dan en EE.UU. la cabeza de guerra separable que reduce la resistencia aerodinámica y aumenta el alcance, el depósito de combustible monocasco con el combustible soportado por la piel del misil, aunque no se hace lo mismo con el oxígeno líquido por la conveniencia en aislarlo, se mejora el guiado, se aumenta la capacidad de los depósitos etc.

Para el modelo siguiente, el R7 primer ICBM y lanzador del primer satélite, los motores cambian y se basan en un nuevo modelo también alemán ED 140, un motor que incorpora mejoras que los alemanes no tuvieron tiempo de incluir en su producción en serie de los misiles V2, ni que tampoco llegaron a hacer funcionar correctamente. El V2 utilizaba la solución "tramposa" de usar varias precámaras de combustión, equivalente a poner varios motores en paralelo, en ese caso 18, por el contrario el nuevo diseño alemán ED 140 tenía una placa



El equipo del satélite de M Tikhonravov[89].

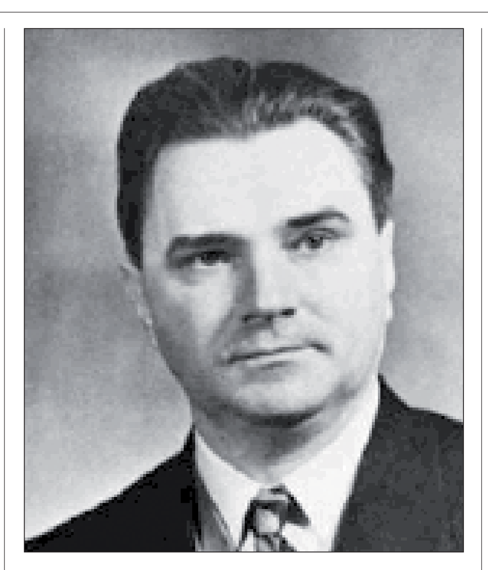


Los tres Ks: S P Korolev, I. V. Kurchatov[90] y M. V. Keldysh (1956).

plana de inyectores que mejoraba su actuación y facilitaba la construcción pero el plazo de realización del R7 fue extremadamente reducido[71] y el requisito de carga de guerra aumentó de peso por lo que Glushko no tuvo tiempo de desarrollar un motor con mayor empuje y debió volver a otra solución "tramposa", la de juntar en racimo cuatro cámaras de menor empuje. Cada uno de los cinco motores principales del R7, se compone de cuatro cámaras alimentadas por un sistema común de turbomba, la única diferencia del elemento central (RD108) respecto a los periféricos (RD107), es que tiene la tobera adaptada a otra altitud y lleva más motores de control (4 en vez de dos). El combustible ha cambiado ahora y es keroseno pero el oxidante sigue siendo el criogénico oxígeno líquido[72].

La configuración de este vehículo R7 es un acelerador inicial compuesto por cuatro motores de cuatro cámaras cada uno, que rodean la etapa principal propulsada por un motor de cuatro cámaras, sistema propulsor parecido al del misil Atlas de EE.UU.

Además los motores llevan toberas de control y su origen es el siguiente. Glushko no garantizaba que un motor tan potente se pudiese encender en vuelo por ello lo del encendido de las



V P Glushko (1958).

dos etapas en el suelo. Esto hacía que el motor central tuviese que funcionar 250 segundos y los timones deflectores de los gases que se usaban desde el V2 para guiado y que eran de grafito no resistirían al estar previstos para 125 segundos por lo que había que hacerlos de otro material pero además esos timones reducían el empuje y el alcance por lo que era mejor pensar en otra solución. También había el problema de la precisión de apagado de motor con su efecto en la precisión del impacto que nunca se lograba hacer como se deseaba, esto podía suponer un error de 50 Km en el impacto. Ante la alternativa de modificar el motor se encontró una mejor que fue añadir nuevas toberas de control que además de contribuir al guiado ayudarían a un ajuste fino final de la combustión. Con esto las cámaras no eran ya 20 sino 32.

Otra peculiaridad de este misil es que su tamaño era tal que el efecto del viento lateral imponía cargas que conducían a reforzar la estructura más allá de limites razonables, se habló de hacer una "muralla china" alrededor del vehículo pero la solución vino de otra manera. El racimo de aceleradores se agarraba al vehículo central por medio de unos puntos superiores de anclaje lo que era óptimo en vuelo, y lo que se hizo fue prescindir de la plataforma de lanzamiento y soportar el misil por esos mismos puntos. De esta manera el misil queda suspendido de su cintura cuando está en la plataforma de despegue.

Todo esto da idea del esfuerzo que supuso completar el diseño y la fabricación de la primera unidad en tres años. El 15 de mayo de 1957 se disparaba el primer cohete de pruebas, aunque sólo el tercer vuelo, el 21 de agosto de 1957, resultó satisfactorio y alcanzó la península de Kamchatka



Comisión de Estado para el Primer Satélite.

un vuelo al que siguió otro en 7 de septiembre. Dos éxitos era la condición impuesta a S Korolev para dedicar un R7 a lanzar el primer satélite.

EL SATÉLITE SOVIÉTICO

Los promotores de la idea del satélite soviético fueron dos; en primer lugar el ruso Mikhail Klavdiyevich Tikhonravov cuya larga experiencia se inicia con el diseño del primer cohete híbrido que voló en Europa en el año 1933[74], un proyecto en el que colaboró con S P Korolev; en segundo lugar y posteriormente el letón Mstislav Vsevolodovich Keldysh el gran ingeniero y matemático que resolvió problemas tales como el flutter, el shimmy y los cálculos de los explosivos atómicos. Pero quien logró la aprobación del proyecto, lo construyó al final y abrió la vía a las grandes realizaciones espaciales soviéticas fue el ucraniano Sergei Pavlovich Korolev, el técnico encargado en 1946 por J Stalin de los desarrollos de los misiles balísticos[75], un hombre al que el dictador había enviado al Gulag[76] ocho años antes[77].



Primer Satélite Artificial. Configuración en vuelo y desarmado.

Parece que la idea inicial de un satélite[78] nace de M K Tikhonravov quien al final de la SGM se encuentra como Jefe de Departamento en el NII-2[79], un instituto dedicado a investigaciones sobre el empleo de los cohetes y que en 1946, realiza un estudio proponiendo un cohete de sondeo (VR-190) derivado del V2[80] con capacidad de llevar dos personas a 200 Km de altura, un proyecto que continúa claramente la línea de trabajo anterior a la SGM y orientada al estudio de las capas altas de la atmósfera[81]. M Tikhonravov lle-

gó tan lejos como encargar material a la oficina de Yakolev y escribir una carta a J Stalin[82] a quien agradó la idea y dijo que se estudiase, pero el ministro de la Industria Aeronáutica de quien dependía NII-2 nunca encontró dinero para ello.

En ese mismo año, M Tikhonravov es destinado al NII-4, un instituto orientado a estudios de defensa y dependiente de la Academia de Ciencias de Artillería, una institución que debía convertir artilleros en "misileros". La continuación del trabajo fue delegada a otras personas que presentaron finalmente una propuesta al Consejo Científico Técnico del Instituto que la aprobó con el comentario de quitar las personas y volar perros; pero el siguiente año se canceló el proyecto por existir en desarrollo una versión del misil R1 dedicada a investigación que preparaba S Korolev.

En 1947 Tikhonravov es destinado como Director adjunto del Instituto a un nuevo departamento donde organiza un pequeño equipo dirigido por Pavel I Ivanov que estudia las alternativas de diseño para cohetes multi etapas (pues la idea de Tikhonravov era obtener un lanzador de satélites). En diciembre el grupo entrega un primer estudio con el análisis de varias configuraciones bien tandem bien paralelo (también denominadas cluster o racimo) de las que estudian varias clases[83]. De este informe Tikhonravov hizo una presentación en la Academia de Ciencias de Artillería a la que asistió S Korolev lo que sirvió para reanudar su vieja amistad. Es posible que la configuración del R7 naciera de esta presentación

En 1952 M Tikhonravov y su equipo habían comenzado estudios para resolver la reentrada en la atmósfera de objetos a gran velocidad y de manera no oficial había realizado otros estudios sobre satélites que se concretaron en tres importantes documentos en los años 1952, 1953 y 1954[84] que respondían a estas preguntas: qué objetos pueden orbitarse con el misil R7, qué equipo había que instalar en el misil, cómo se controlaría el asiento de los objetos, qué aplicaciones científicas y militares podrían obtenerse.

Al disolverse la Academia de Artillería en abril de 1953 la estructura del NII-4 pasa a depender del Directorado Superior de Artillería que era el principal cliente de los misiles de S P Korolev. En 1955 el general Andrey I Sokolov pierde el mando del Directorado pero consigue que se le encomiende el del NII-4 y desde ese momento se nota un cambio en las fortunas de M Tikhonravov cuyo equipo aumenta a la vez que se estrecha la relación con el NII-88 donde trabaja S P Korolev[85]. Otro cambio favorable introducido por N Khrushchev fue el nombramiento del Mariscal Nedelin como ministro Adjunto de Defensa para Armas Especiales y Tecnología de Reacción, una persona que entre otras cosas era "dueño" de los misiles como responsable de su adquisición[86].

En septiembre de 1953 M Tikhonravov obtuvo autorización oficial a un nivel modesto y durante dos años para oficializar estos trabajos[87] en los que se estudiaron aspectos de dinámica orbital, efectos ambientales, control del asiento, empleo de células solares, control térmico, peligro de los meteoritos y aspectos del retorno a tierra. En esos mismos días S Korolev preparaba el borrador de decreto de aprobación del proyecto del misil R7 e incluyó en el mismo la creación dentro de NII-88 de un departamento que en colaboración con la Academia de Ciencias se dedicase al estudio de cuestiones asociadas a un satélite artificial terrestre y al espacio interplanetario usando el vehículo R7. Pocas veces ha habido una predicción tan acertada.

S Korolev sabía que necesitaba más aliados para llevar a cabo esta idea así que organizó una reunión en el despacho del académico Keldysh en el mes de marzo a la que asistieron científicos del departamento de matemática aplicada, del NII-4 y otros, entre ellos el famoso académico y físico nuclear Petr L Kapitsa. Tras la reunión, M Keldysh obtuvo el completo apoyo del Presidente de la Academia.

Pero sin cohete no había satélite y el cohete era propiedad de los militares; esto supuso otra gestión paralela en la que el éxito lo logró M Tikhonravov que obtuvo el completo apoyo del Mariscal Vasilyevskiy.

Siguiendo hacia arriba, el documento de M Tikhonravov con traducciones de notas sobre el satélite en periódicos occidentales más una carta de remisión de S Korolev fue distribuida a tres miembros importantes del Gobierno el 27 de mayo de 1954 entre ellos Ustinov, el ministro de Industrias de Defensa tan sólo siete días tras la aprobación del R7. El documento de Tikhonravov titulado "Informe sobre un satélite terrestre" y de 6.000 palabras de extensión se mantuvo secreto hasta el año 1991[88]. Estaba dividido en dos partes una de objetivos a corto plazo y otra a largo plazo.

Los objetivos a corto eran: lanzar un satélite terrestre simple, lanzar un humano en trayectoria vertical hacia el espacio, recuperar una porción del satélite simple. El primer objetivo se detallaba con gran información e incluía el equipamiento con un sistema de TV para transmitir imágenes de la Tierra así como un casete para grabar datos y enviar a la Tierra todo lo cual tiene un fuerte impacto político. El segundo objetivo se refería a vuelos suborbitales con lanzadores menos potentes y con ayuda de la industria aeronáutica para diseñar las cápsulas, en estos vuelos la dificultad sería incremental; el tercero detallaba los métodos de retorno con o sin alas. Respecto al futuro anticipaba satélite experimental tripulado, creación de una estación, problemas para alcanzar la Luna.

El informe terminaba con esta frase: Destacaremos la importancia para la defensa del satélite terrestre, la cual crecerá con los progresos tecnológicos.

El documento obtuvo finalmente, en agosto de 1954, la aprobación del primer ministro G. M. Malenkov con lo cual S Korolev pudo trabajar en paralelo con el NII-4 y con la Academia de Ciencias en este asunto. Pero Korolev estaba muy ocupado con otro asunto muy serio, el desarrollo de R7 el primer ICBM soviético, y con otros proyectos, y el asunto del satélite avanzaba lentamente.

Entre tanto y como ya se ha dicho al hablar de EE.UU. se había creado el CSAGI[91] sin que los representantes soviéticos aportasen nada y cuando se aprobó la resolución norteamericana el 4 de octubre de 1954 ello causó impac-

to en la Academia de Ciencias de la URSS que inmediatamente creó una Comisión para Comunicaciones Espaciales con Leonid E Sedov como Presidente pero sin contacto directo con las personas que trabajaban en el satélite.

El 29 de julio de 1955, se produjo el anuncio de la Casa Blanca sobre las intenciones de EE.UU. y cuando al poco tiempo esto se comentó en la reunión de la IAF en Copenhague, Sedov manifestó: *es mi opinión que será posible lanzar un satélite artificial en 2 años… La realización del proyecto de la URSS se puede esperar a corto plazo*.

Ya el 18 de enero de 1955 M Tikhonravov con el apoyo de S Korolev, había enviado una serie de documentos, entre otras personas al asistente de Ustinov, en los que actualiza la primera propuesta –el satélite ahora pesa de 1000 a 1400 Kg– y repite estos envíos de información el 8 y el 27 de agosto.

El comité especial que controla el desarrollo del R7 se reúne el 30 de agosto de 1955 y parece que aprobó que se usase un R7 y un modesto programa espacial. Por la tarde en otra reunión en la Academia de Ciencias, Korolev informa que se ha aprobado modificar un R7 para este propósito y que el gobierno está interesado en el asunto y propone que se lance una serie de satélites incluyendo alguno con animales; también pide que se forme una comisión oficial para este propósito. Se aceptó su propuesta y M Keldysh fue nombrado presidente de la comisión con S Korolev y M Tikhonravov sus diputados.

Finalmente el Presidium (Consejo de Ministros) aprobó un decreto el 30 de enero de 1956 para que se crease un satélite artificial (Objeto D) de 1000 a 1400 Kg con 200/300 de carga científica, a lanzar a tiempo para el IGY y usando un R7. La Academia de Ciencias entregaría los experimentos, el Ministerio de Industrias de Defensa el satélite, el Ministerio de la Industria de Radio la telemedida y el telemando y se crearían 15 estaciones para seguir y recibir las señales del satélite.

Pero S Korolev no se quedó tranquilo con esa aprobación, quería una aprobación directa del líder soviético y aprovechando una visita de N Khrushchev a la base de Baikonour en febrero de 1956 que venía para felicitarles por el éxito del misil R5 y a ver como iba el nuevo misil R7, Korolev le menciono el satélite y le mostró un modelo a la vez que le dijo que estaba en sus manos hacer realidad los sueños de K Tsiolkovsky. N Khrushchev pregunto si ello afectaría al desarrollo del R7 a lo que S Korolev dijo que solo había que quitar la bomba y poner el satélite a lo que N Khrushchev respondió: *si el programa no sufre, hazlo*.



Anuncio del lanzamiento. Barcelona IAC (1957).



V. S Syromiatnikov (2004).

Tanta actividad hizo que el desarrollo del modelo de pruebas del objeto D que debía haber estado disponible en octubre de 1956 no estuviera acabado. Además era un sistema complejo y demasiado novedoso que requería una gran atención. Por otro lado S Korolev sospechaba que los norteamericanos se le adelantarían porque sospechaba que el lanzamiento de un Júpiter C para pruebas en septiembre había sido un lanzamiento fallido y además los motores del R7 no daban el impulso específico requerido, sólo 304 en vez de los esperados 310 segundos cosa que V Glushko prometió tener arreglada en la primavera de 1958.

Ante este panorama S Korolev decidió que se haría un satélite sencillo (PS)[92] y se retrasaría a 1958 el lanzamiento del objeto D (sería Sputnik 3). A finales de noviembre cambió el plan por uno de emergencia y el día 25 un joven ingeniero Nikolay A. Kutyrkin recibió el encargo de calcular el lanzamiento de un objeto mucho menor. Esto no fue del agrado de Keldysh que tanto había trabajado pero tuvo que aceptarlo y S Korolev envió el 5 de enero una carta al Comité Especial para pedir permiso para lanzar el PS 1, orbitando entre 250 y 500 Km y en el periodo entre abril y junio de 1957, inmediatamente antes del IGY que em-

pezaba en julio, ello pendiente obviamente de la evolución de los ensayos del R7 que S Korolev admitió estaba retrasado. El satélite solo llevaría un transmisor con energía para 10 días. La carta añadía: *los EE.UU. trabajan intensamente para lanzar un satélite. El más conocido se llama Vanguard y usa un cohete de tres etapas, el satélite es una esfera de 50 cm y de unos 10 Kg. En septiembre EE.UU. intentó lanzar un misil de tres etapas desde Florida pero falló y la carga voló unos 5.000 Km[93]… y sabemos por otras fuentes impresas que lo intentarán en pocos meses de nuevo.*

El Consejo de Ministros lo aceptó el 15 de febrero de 1957 y ordenó que estuvieran dispuestos dos de los modelos de prueba del R7. El miedo a que se adelantasen los EE.UU. había sido definitivo para ello.

Antes de lanzar, S Korolev necesitaba la autorización final de la Comisión del Estado y esto no fue sencillo pues había personas opuestas a ello. En una de las reuniones tras el exitoso lanzamiento de un R7 en agosto Korolev pidió formalmente permiso para lanzar el satélite tras otro vuelo satisfactorio del R7. Algunos de los miembros desconocían el cambio del objeto D por PS1 y al conocerlo se opusieron. Hizo falta una nueva reunión en la que Korolev amenazó con llevar el asunto al Presidium. Esto bastó para que se autorizase.

El día 17 de septiembre se celebró una ceremonia de homenaje a K E Tsiolkovsky en el patio de columnas de la Casa de la Ciencia con ocasión del centenario de su nacimiento en el que un desconocido para la audiencia dio una conferencia; su nombre era S P Korolev. También se produjo otro vuelo con éxito del R7 a principios de septiembre.

El día 4 de octubre de 1957 se lanzó el PS1 sin mayores dificultades. Era una esfera pulida de 58 cm de diámetro, fabricada en una aleación de aluminio y presurizada con nitrógeno a 1,3 atmósferas. En su interior tres baterías de plata-zinc, dos transmisores, un sistema de regulación térmica, otro de ventilación y sensores de presión y temperatura. Los transmisores funcionaban a las frecuencias de 20.005 y 40.002 MHz con pulsos de duración variable que enviaban la información sobre temperatura y presión. En el exterior cuatro antenas, dos de 2,4 m y dos de 2,9 m. La masa total era de 83,6 Kg de los cuales 51 Kg correspondían a las baterías.

El director del proyecto fue Mikhail S Khomyakov y su diputado Oleg C Ivanovsky. Una persona conocida para algunos de nosotros y amigo mío inició su carrera profesional, con 24 años, realizando el sistema de regulación térmico del satélite, en realidad un pequeño ventilador. Su nombre era Vladimir Sergei Syromiatnikov recientemente fallecido[95].

Del 6 al 12 de octubre se celebró en Barcelona en 8º Congreso Internacional de Astronáutica con la asistencia entre otros del Profesor Sedov. En este Congreso se creó el Comité de Derecho Espacial bajo la presidencia de John C Cooper.

En julio de 1958 el Congreso de EE.UU. aprobó la National Aeronautics and Space Act (comúnmente conocida como "Space Act"), que creaba NASA con fecha 1 de octubre de 1958 ■

NOTAS

[1]Ver: The Mazal Library. *Nuremberg Military Tribunal. Vol 6-C005 The Flick Case, Vol. 07 and 8-C006. The I G Farben Case, Vol. 9-C010 The Krupp Case.*

[2]"La URSS no es una potencia imperial sino la portadora de una religión mesiánica para la que la coexistencia es una pura contradicción….y la única respuesta es contención". George Kennan. *The sources of Soviet conduct.* Foreign Affairs nº 25. July 1947 pp 566-582.

[3]Agosto 1953 contra marzo 1954, pues la previa explosión norteamericana de noviembre de 1952 se logró más bien con un artefacto de laboratorio. R7, el ICBM soviético, voló en 1957.

[4]La estación radar de la CIA que estaban instalada en Samso, Turquía.

[5]Cerca de Astrakhan sur de Rusia.

[6]Recomendación del informe William al Presidente Eisenhower, un informe preparado por el grupo asesor de ciencia del Presidente a raíz de la explosión de la bomba termonuclear soviética y partes del cual aún siguen siendo secretas. *Walter A McDougall …the Heavens and the Earth.* NY 1985. pp 115-117.

[7]Instalación independiente dentro de una organización que con el mínimo de burocracia lleva a cabo trabajos especiales. Estaba situada en Burbank (California) y ahora lo está en Palmdale, California. El famoso Ingeniero aeronáutico Kelly Johnson fue su director hasta 1975. Los U2 estuvieron operativos 4 años, desde el 4 de julio de 1956 hasta que uno fue derribado y su piloto Francis G Powers hecho prisionero el día 1 de mayo de 1960. El derribo no fue por impacto directo sino por efecto de la explosión de 14 misiles SA 2 que afectó a la cola del avión. Dennis R Jenkins- *Lockheed U2.* Specialty Press. MN. 1998 p 37.

[8]Conocida actualmente como Baikonur.

[9]Sobre este asunto hay muchos estudios sobre lo que puede entenderse por el límite entre la zona de vuelo de los aviones y la de los satélites, incluso von Karman en una de sus visitas a España disertó sobre esta materia, algo que llamaría la atención a quienes no estuviesen en el secreto que implicaba. Ver Revista de Ingeniería Aeronáutica septiembre-octubre 1957 pp 4-9.

[10]Intercontinental Ballistic Missile.

[11]California Technological Institute. Instituto Tecnológico de California.

[12]Army Air Forces, antecesor de la USAF. Recibió ese nombre en 1941, US AAF. La USAF se creó en septiembre de 1947.

[13]Jet Assisted Take Off, cohetes empleados para ayudar al despegue de aviones sobrecargados, o desde pistas cortas como el caso de un portaviones o desde un mar agitado como en el caso de un salvamento.

[14]WAC nunca se ha aclarado si significa Women Army Corps o Without Attitude Control. La idea de von Karman mentor de estos primeros desarrollos era irlos denominando con los grados militares hasta coronel, pues a partir de ese grado decía von Karman que no funcionan. A partir de ahí cualquier interpretación está en las manos del lector.

[15]Años después dirigiría el esfuerzo en cohetería de su país, la R P de China, con los asombrosos resultados que conocemos.

[16]Esta imagen de T von Karman junto al V2 nazi no hubiera sido del agrado del profesor, que no tuvo relación con el V2 y dejó Alemania por oposición al nazismo.

[17]American Rocket Society, predecesora del actual American Institute of Aeronautics and Astronautics AIAA.

[18]Motor regenerativo es aquel en que uno de los propulsantes, normalmente el combustible, o ambos se dedica a refrigerar la zona de tobera y otras áreas críticas de la cámara de combustión antes de inyectarse al motor. El calor que retira lo vuelve a inyectar y de ahí su nombre.

[19]Constance McLaughlin Green, Milton Lomask. Vanguard: A History. NASA SP-4202 Washington DC 1970. Chapter 1.

[20]T A Heppenheimer. *Countdown.* John Wiley. NY 119. p 108.

[21]Se convertiría en la USAF lo que ocurrió a principios de septiembre de 1947.

[22]V Bush había sido la persona nombrada por el Presidente F D Roosevelt para dirigir la I+D militar durante la SGM, tarea que desarrolló perfectamente. Anteriormente había sido Presidente de NACA.

[23]*US Senate. Hearings before the special Subcommittee on atomic Energy. Dec 1945*: I say technically I don't think anybody in the world knows how to do such thing (build an accurate ICBM) and I feel confident it will not be done for a long period of time to come… I wish the American public would leave that out of their thinking.

[24]V Bush. *Modern Arms and Free Men. NY* 1949. pp 84-85

[25]Toward New Horizons. 31 tomos.
[26]Sobre esta materia: Jacob Neufeld. *Balistic Missiles in the USAF 1945-1960. USAF*. Washington DC. 1989.
[27]Edmund Beard. *Developing the ICBM: A study in bureaucratic politics* NY 1976. pp 52-55.
[28]Loyd S. Swenson Jr, James M. Grimwood y Charles C. Alexander. *This New Ocean: A History of Project Mercury*. Chapter 1 Post war American rocketry.
[29]James N Gibson. *The Navaho missile Project*. Atglen. PA 1996 p5.
[30]De este proyecto resultó el primer desarrollo norteamericano del motor del V2 logrado bajo la dirección de un famoso ingeniero, William Bollay, y que contó con la ayuda de algunos de los ingenieros alemanes tales como Walther Riedel, Hans Huter, Rudi Beichel, Dieter Huzel y Konrad Dannenberg. Dannenberg en particular era clave pues había participado en el diseño de la versión de placa de inyectores del motor de la V2 que no se acabó de desarrollar en Alemania y que era la base del trabajo de Bollay quien en tres años consiguió lo que no se había resuelto en Alemania.
[31]Jacob Neufeld. *Ballistic Missiles*. NASA. 1990, pp 28-33.
[32]La piel del misil es la pared del depósito y llega a ser tan delgada que puede exigir una presurización previa con Nitrógeno cuando está vacío el depósito, caso del misil Atlas por ejemplo cuya estructura sólo pesaba el 2% del peso de los propulsantes. Ver *Jacob Neufeld. Balistic Missiles in the USAF 1945-1960*. USAF. Washington DC. 1989 p 47 y otras.
[33]High Altitude Test Vehicle HATV.
[34]Edmund Beard. *Developing the ICBM: A study in bureaucratic politics* NY 1976. pp 62-66.
[35]Naval Research Laboratory.
[36]Entre abril de 1946 y octubre de 1951, 66 V-2s fueron lanzadas en el polígono de White Sands, New Mexico. Un record se alcanzó el 24 de febrero de 1949, cuando un cohete WAC Corporal, con la ayuda de un V2, ascendió a más de 400 Km de altura y alcanzó una velocidad de casi 9.000 Km/h.
[37]Las peores estimaciones del coste en Alemania, fabricadas en gran serie durante la SGM, no pasaban de 50.000 US$ la unidad.
[38]Homer E. Newell *Beyond the Atmosphere: Early Years of Space Science*. Chapter 4.
[39]Ver Milton W Rosen. *The Viking Rocket Story*. London 1955 p63-84.
[40]Reaction Motors Inc, la empresa de James H Wyld, ya mencionada.
[41]Había sido iniciado en 1944 con el apoyo de G E Co para estudiar los V1 y V2. Ver Jacob Neufeld. *Ballistic Missile Research*. USAF Washington 1990. p 43
[42]Huntsville. Alabama.
[43]El alcance de diseño eran 500 Km pero se aumentó mucho el peso de la carga nuclear y esto afectó al alcance que se redujo a 200 Km que acabó siendo el límite de alcance aceptable para los misiles del Ejército.
[44]La secuencia de desarrollo del motor V2 (25Tm) fue: Navaho (60 Tm) - Redstone (30 Tm) - Atlas (68 Tm) –Thor (68 Tm) – Jupiter (68 Tm) hasta llegar a los modernos Delta 27 A y Atlas MA-5A.
[45]A través de su División Rocketdyne.
[46]Denominados Baby Sergeant.
[47]Con la reducción del peso de la cabeza militar se pasó de 7 motores a 5 y finalmente a 3. En el pico del trabajo ocupó más de 100.000 personas y costó más de 6.000 M US$ de la época. Chuck Walter *Atlas the ultimate weapon*. Ontario. 2005. p15.
[48]Intermediate Range Ballistic Missile.
[49]Los vehículos Saturn I y I B del programa Apollo se componían de un deposito de propulsante Júpiter y de 8 depósitos de propulsante Redstone con los que se conseguía una poderosa primera etapa.
[50]Sus equivalentes soviéticos fueron cancelados. Sorokovka de Korolev/Myasishchev en 1957 y Burya de Lavochkim en 1960 tras volar 9.000 Km.
[51]Navy Bureau of Aeronautics.
[52]*Preliminary Design for an Experimental World Circling Spaceship*.
[53]Jeffrey T. Richelson. *National Security Archive Electronic Briefing Book No. 13 U.S. Satellite Imagery, 1960-1999*. April 14, 1999. Walter A McDougall…*the Heavens and the Earth* NY 1985 pp 107-111.
[54]Más tarde se denominó proyecto Corona y estuvo operativo desde junio de 1959 (con el nombre de Discoverer 4 y un peso de 750 Kg) hasta 1972. Su resolución mejoró desde 12 m a 1,8 m. Ver Robert A McDonald. *Corona*. Betհesda Md. 1997.
[55]De 1 de julio de 1957 a 31 de diciembre de 1958.
[56]Es llamativa la recurrencia de la fecha del 4 de octubre en todo este asunto.
[57]Constance McLaughlin Green y Milton Lomask *Vanguard: A History* NASA SP-4202 Washington, DC1970. Chapter 1 Background of Space Exploration.
[58]La palabra usada era slug (lingote) pero creo que ladrillo transmite mejor la idea de inerte.
[59]Chuck Walter. *Atlas, the ultimate weapon*. Ontario Canada 2005 pp 45-66.
[60]Robert McMath, astrónomo de la Universidad de Michigan.
[61]Walter A McDougall…*the Heavens and the Earth* NY 1985 pp 122-123.
[62]Allan Dulles. *The craft of intelligence*. NY 1963. p.168.
[63]El subcontratista General Electric dijo que el fallo se debió a haberse soltado la línea de alimentación del keroseno debido a que el personal de Martin las usó de peldaños de escalera". Los de Martin dijeron que se produjo una falta de presurización en la alimentación. Finalmente Milton Rosen cortó las discusiones diciendo que fue por causas indeterminadas. Ver Constance McLaughlin Green y Milton Lomask. *Vanguard: A History*. NASA SP-4202. Washington, DC. 1970 Capitulo 11.
[64]Así lo pensó S Korolev que siempre consideró que había sido un fallo encubierto.
[65]Mark Harrison. *A Soviet quasi Market for inventions: jet propulsion 1932-1946*. Research in Economic History. Vol 23. Elsevier. 2005. pp 1-59.
[66]Boris E Chertok. *Rockets and people*. NASA SP 2005-4110. Washington 2005. Vol. 2 pp 10-15. Decreto Nº 1017-419 Máximo Secreto, 13 de mayo de 1946. Consejo de Ministros de la URSS. Sobre armamento a reacción.
[67]Boris E Chertok. *Rockets and people*. NASA SP 2005-4110. Washington 2005. Vol. 1 p 246, p 260.
[68]L L Kerber. *Stalin's Aviation Gulag*. Smithsonian Inst Press. Washington 1996. pp 149-240. Una sharaskha venía a ser una fábrica con verjas que mantenía condenados a sus principales responsables, todo ello bajo la dirección de un responsable político.
[69]Boris E Chertok. *Rockets and people*. NASA SP 2005-4110. Washington 2005. Vol 1 pp 223-370.
[70] Esto fue personalmente beneficioso para los alemanes que pudieron retornar pronto a su patria, entre 1951 y 1953.
[71]Menos de tres años, 20 de mayo de 1954 la aprobación a 15 de mayo de 1957, el primer lanzamiento.
[72]Este empujador RD-107 es el más utilizado en el mundo habiendo volado con unos 1700 vehículos al día de hoy y con una fiabilidad del 98%.
[73]Fotografía del R7 original (8K71) en la plataforma 1 de Tyuratam (Baikonour) en 1957 con su cono que fue abandonado. Archivo B Chertok. El que lanzó el Sputnik era más romo y un poco más corto.
[74]GIRD 0.
[75]Boris E Chertok. *Rockets and people*. NASA SP 2005-4110. Washington 2005. Vol 2 p 16.
[76]Directorio principal de campos de trabajo correccionales.
[77]James Harford. *Korolev*. NY. 1997. p 49.
[78]La información más clara de cómo empezó este proyecto es la que suministra Asif A Siddiqi.
[79]Instituto de Investigación nº 2.
[80]Ver a este respecto las propuestas del BIS y de nuestro E. Herrera.
[81]Ver como ejemplo el proyecto R05 de la Oficina de diseño KB7 en respuesta a una petición del Instituto Geofísico de la Academia de Ciencias de la URSS que deseaban un cohete capaz de alcanzar 50 Km. de altitud para realizar estudios de radiación espacial, estando este interés apoyado por otros institutos científicos. Era un avanzado proyecto de A I Polyarny y P I Ivanov cuyo motor disponía de refrigeración regenerativa en la tobera y de un generador de gas por combustible sólido.
[82]Asif A Siddiqi. *Challenge to Apollo- The Soviet Union and the space race 1945-1974*. NASA SP 4408. Washington 2.000. p 64.
[83]La idea del racimo de cohetes y del encendido simultáneo de todos ellos al despegue puede también relacionarse de nuevo con el diseño del mencionado vehículo R05 del KB7 aunque en aquel caso eran un cohete líquido y dos empujadores sólidos. Todo esto parece apuntar una continuidad entre su trabajo y los del año 1938 de la desbandada KB7.
[84]Téngase en cuenta que el R7 fue aprobado en 1954 y que una de las funciones de NII-4 era adelantarse al desarrollo.
[85]Era director de SKB la oficina especial de diseño (Departamento nº 3) dentro del NII-88. Ver Boris E Chertok. *Rockets and people*. NASA SP 2005-4110. Washington 2005. Vol 2 p 16.
[86]Asif A Siddiqi. *Challenge to Apollo - The Soviet Union and the space race 1945-1974*. NASA SP -2000-4408. Washington DC. 2000. pp 119-171.
[87]Trabajo nº 72
[88]http://history.nasa.gov/sputnik/russ1.html.
[89]Foto de 1970. Desde la izquierda, Sentados: Vladimir Galkovskiy, Gleb Maksimov, Lidiya Soldatova, M Tikhonravov, e Igor Yatsunskiy. De pie Grigoriy Moskalenko, Oleg Gurko, e Igor Bazhinov.
[90]Fue el creador de los explosivos atómicos soviéticos.
[91]Comité Internacional del año Geofísico Internacional.
[92]Prosteishy Sputnik, satélite simple.
[93]Por lo que se ha expuesto anteriormente no era cierto, pero casi.
[94]Sentados desde la izquierda G R Udarov, I T Bulychev, A G Mrykin, M V Keldish, S P Korolev (director técnico), V M Rjabikov (presidente) M I Nedelin, G N Pashkov, V P Glushko, V P Barmin. De pie: M S Rjazansky, K N Rudnev, N A Piljugun, S M Vladimirsky, V I Kuznestov.
[95]7 de enero de 1933-19 septiembre 2006. Fue el realizador de los sistemas de atraque de las naves soviéticas, que han sido la base de los sistemas de NASA.

Belka y Strelka

Nazareth Díez Antón, Irene Ibarrondo, Pablo Gumiel, Rodrigo Hernando

10 – 9 – 8 – 7 – 6 …

¡Angustia!. Sentí una enorme angustia cuando vi marchar a Belka y a Strelka.

Me llamo Greg y por aquel entonces tendría ocho años recién cumplidos.

Vivía en Moscú, porque allí era donde trabajaba mi padre, era hijo único y casi siempre estaba solo en casa o con mi madre. Recuerdo que cuando cumplí cinco años me regalaron por Navidad una pareja de perritos. A uno lo llamé Belka, que en ruso significa ardilla, y a la otra Strelka, que quiere decir flechita... ¡Todavía recuerdo la emoción que sentí cuando abrí la puerta de casa muy pronto por la mañana y aparecieron esas dos caritas delante de mí!

Aunque yo era muy pequeño, recuerdo que disfrutaba mucho con mis dos nuevas mascotas. Solía salir de paseo con ellas, ir al parque a jugar con los demás perros o echar carreras contra ellos. A veces nos revolcábamos en el suelo de nuestra finca o nos bañábamos en la piscina. En invierno pasábamos el día entero en la calle jugando con la nieve. En muchas ocasiones me los llevaba al colegio, sin el permiso de mis padres, claro, y Belka y Strelka me esperaban pacientemente a la salida, a que yo terminara mis clases para volver a estar juntos los tres... Cuando nos íbamos de vacaciones, siempre las llevaba conmigo, nunca consentía que se quedasen con un familiar o en una guardería para perros de esas que estaban tan de moda. Así, se convirtieron en mis más preciados y queridos compañeros.

Un día, cuando se acercaban las Navidades del año siguiente y hacía ya un año que Belka y Strelka formaban parte de mi vida, decidí hacer una visita a mi padre a su trabajo, aprovechando que debido a las fiestas navideñas yo no tenía que ir a clase ese día. Apunté la dirección del trabajo en mi mano, por aquel entonces yo no tenía muy claro en qué trabajaba mi padre, era científico, pero no sabía qué investigaba. Así que fui a buscarle y mis perros, por supuesto, también vinieron conmigo de visita. Durante el camino los dos se fueron poniendo nerviosos, como si algo les alterara, corrían alejándose de mí para volver rápidamente y dar saltos y saltos alrededor uno del otro.

A duras penas me orienté, y según las indicaciones que me daba la gente acabé en una especie de base militar… ¡cómo me gustaba la aventura! Yo ni siquiera sabía si de verdad trabajaba allí mi padre, así que, como buen chico intrépido que era, decidí indagar un poco e investigar los alrededores de aquel extraño recinto. Mis amigos de cuatro patas estaban cada vez más alterados, y a mí me contagiaban esa excitación.

A primera vista, y a lo largo de la valla que rodeaba las instalaciones, solamente había una entrada, era una puerta negra y estaba llena de moho. Por más que empujé intentando abrirla no lo conseguí, por lo que seguí buscando otras posibles maneras de entrar.

Llevaba como unos veinte minutos dando vueltas y lo único que localicé fue una escalera que se rompió al intentar subir por ella y una pequeña rampa que parecía ser una entrada hacia el subsuelo, pero no había ninguna puerta y no hubo manera de conseguir entrar. Decidí que lo mejor sería volver a casa, eran las dos y cuarto y estaba seguro de que ya tendría la comida esperándome. Según había visto en el plan semanal que hacía mi madre, hoy comeríamos tallarines y filete.

De repente los perros olieron, vieron o simplemente sintieron algo y, como alma que lleva el diablo, salieron corriendo rodeando la alambrada de aquella siniestra base militar. Salí corriendo detrás de ellos pero no hubo forma de alcanzarlos. No sé cómo ni dónde, pero ellos debieron encontrar la entrada que yo llevaba tanto tiempo intentando localizar y por más que grité y les llamé, busqué, busqué y busqué, y no los encontré…

…………

Cuando volví a casa estaba desesperado, ¡habían desaparecido mis dos amigos! Se lo conté a mi madre sin poder dejar de llorar y ella enseguida se puso a pensar soluciones... Mi padre ni siquiera trabajaba allí, y no entendían de dónde había sacado yo aquella dirección. Hicimos todo lo que estaba en nuestras manos: pusimos anuncios pegados en los árboles, preguntamos a cuánta gente conocíamos, incluso hicimos un anuncio para la radio local para tratar de encontrar a alguien que hubiera podido verlos… pero no sirvió de nada, ni una respuesta, como si se los hubiese

tragado la tierra… Nada.

Pasó un tiempo, calculo que unos tres meses, porque ya era época de primavera: los árboles florecían, los campos verdeaban y multitud de aves regresaban de sus migraciones, y aunque todo se hacía más bonito allí afuera, mi mundo seguí gris porque yo seguía sin encontrar a mis dos perros... Fue entonces cuando, inesperadamente, recibí una llamada telefónica, que recordaría durante años.

—*¿Si?* pregunté

—*¿Gregory?*

Al principio me encontré con una voz impersonal, de la que desconfié totalmente. Sin embargo, a medida que avanzaba la conversación, se hizo más cálida y amigable. Mantuvimos una larga charla, en la que recibí una espeluznante noticia. Aquel hombre que se hacía llamar Stuart, y que hablaba en nombre del Gobierno, me confesó que tenía a Belka y Strelka (lo que respaldó con una descripción física de ambos animales). Me confesó que en la base militar donde los encontraron les hicieron unas pruebas de resistencia, inteligencia, coordinación y otras muchas, de cuyos resultados se deducía que presentaban unas condiciones óptimas para realizar un

viaje en una aeronave alrededor de la Tierra.

Como comprenderéis, atónito me quedé ante semejante testimonio, mudo, no podía emitir ningún sonido... Cómo llegó él a saber que yo era el dueño de los perros fue para mí siempre un misterio, que hoy por hoy todavía no he resuelto.

A medida que la conversación avanzaba, Stuart me dio algunos detalles del experimento, a los que sinceramente no presté mucha atención, absorto como estaba con la idea de que tenía a Belka y a Strelka, y que probablemente los volvería a ver en poco tiempo. Recuerdo que dijo que serían auténticos héroes… Así que me dejé convencer y autoricé cualquier tipo de prueba o experimento que consideraran oportuno siempre y cuando no sufrieran daño alguno.

Estaba tan ilusionado con el viaje espectacular que iban a hacer mis perros que pasé muchas horas de los siguientes días haciendo siempre el mismo dibujo:

…5 – 4 – 3 – 2 – 1 …

—Belka, Belka, ¿estás ahí?..

—Pues sí. Por desgracia sí. Me han despertado los pesados de los ratones y el dichoso jueguecito que tienen las ratas esas …

—¡Eh! Con nosotros no te metas… Gritaron los ratones al unísono. *¡No tenemos la culpa de no ser tan "profesionales" como vosotros, grandullones!*

Belka se refería a los cuarenta ratones que también iban en aquella misión, el Sputnik 5 que había despegado aquel diecinueve de agosto de mil novecientos sesenta, y a las dos ratas y el conejo gris que los acompañaban. Incluso había una preciosa variedad de plantas…

Cuando cesaron aquella agitación y esos nervios que compartían todos los animales, aquel particular zoológico no perdió ni un segundo de la visión de la preciosa estampa de la Tierra… ese hermoso planeta, tercero en el sistema solar. El Planeta Azul, que desde donde se encontraban se contemplaba majestuoso, lejano... Incluso minúsculo…

Pasados unos minutos, el conejo, que había permanecido callado hasta ese momento, seguramente por la inquietud, preguntó:

—¿Alguien sabe el motivo de este viaje?

Todos los animales callaron, mirándose desconcertados unos a otros, provocando así un incómodo silencio que parecía no acabar nunca. De repente las ratas hablaron:

—Eh… mmmm… pues… nosotras creemos que… el motivo de este viaje es comprobar si un ser vivo puede ser puesto en órbita … y regresar para contarlo.

Todos los animales que acompañaban a Belka y Strelka se estaban impacientando cada vez más: no sabían a dónde se dirigían y la revelación de porqué iban en aquella nave había sido realmente un mazazo.

—Entonces, ¿Hacia dónde nos dirigimos? – comentó el ratón más viejo.

—Al parecer nos han elegido para realizar una serie de misiones al espacio. Debemos demostrar la viabilidad de unos satélites artificiales enviados por la Unión Soviética.

—Pues puede que sea cierto Bilschy. ¿No recuerdas tú un satélite que fue enviado en mil novecientos cincuenta y siete?

Tras pensárselo durante un largo rato, se decidió a hablar.

—Eh, sí, creo que lo lanzaron el 4 de octubre, pero no llevaba tripulación. ¿Por qué puñetas nos han tenido que elegir a nosotros en esta ocasión? rectificó el sabiondo ratón.

—Quizás tengamos una inteligencia superior a la de cualquier humano, quién sabe, dijo entre risas su compañero.

Los ratones estaban ha-

blando de aquella noticia tan impactante que sorprendió al mundo entero en el siglo XX: el envío de un artefacto al espacio exterior.

—*¿De qué habláis?* interrumpió una rata algo coqueta.

—*Parece mentira que no sepas nada del Sputnik 1.*

—*¿De qué? ¿Qué es eso del Spiknit 1?*

—*Serás muy guapa y todo lo que tú quieras, pero primero no se dice así, ignorante; y para continuar estamos hablando de una gran noticia para todos.*

Tras esta respuesta inapropiada se vivió una pequeña disputa con burlas por parte de la rata a los ratones y viceversa... A los pocos minutos llegó el conejo que también les acompañaba.

—*Pero, ¿qué pasa aquí gentecilla?* y zanjó la discusión.

—*Pues qué va a pasar, lo de siempre, que la presumida ésta no entiende de nada*, dijo el ratoncillo.

—*Por lo poco que he oído creo que estabais hablando del Sputnik 1. ¿Os apetece que os hable de ello?*

—*No mucho, la verdad. Pero empieza a hablar, por lo menos pasamos el rato… Y a lo mejor nos enteramos de por qué los humanos nos han metido aquí… Ya te mandaremos callar cuando nos aburras con tus palabreríos* dijo uno de los ratones.

Alrededor de los dos roedores y de la rata se apiñaron los otros treinta y ocho ratones y la otra rata. Todos estaban muy interesados, querían saber algo más sobre el tema. Una vez que todos estuvieron sentados y callados, el conejo gris comenzó a hablarles de la nave.

—*La nave era una esfera de aluminio de unos cincuenta y ocho centímetros de diámetro. Llevaba cuatro largas y finas antenas y su masa aproximada era de unos 83,6 kilogramos. Contaba con dos trasmisores de radio de 20,007 MHz y 40,002 MHz. Orbitó a la Tierra a una distancia de entre 938 kilómetros en su apogeo y 214 kilómetros en su perigeo, y…*

—*Te quieres callar ya, eres el conejo más pedante que he visto en toda mi vida*, anunció la rata.

—*Te manda callar porque la pobre no se entera de nada, son demasiadas cifras para ella* –rió uno de los ratones que se había acercado allí– *pero en parte lleva razón, no nos cuentes todos los detalles que nos podemos morir escuchándote. Veamos, ¿para qué se utilizó?*

—*Está bien, voy a ser algo más preciso. Gracias a aquel envío se obtuvo bastante información sobre la concentración de los electrones en la ionosfera, y sobre las características de las capas más altas de la atmósfera de nuestro planeta. Antes de que volváis a mandarme callar, os diré que se lanzó con el vehículo de lanzamiento R-7 desde el Cosmódromo de Baikonur, en Kazajastán.*

—*¿Y qué pasó?, ¿se perdió por el espacio?*

—*Muy gracioso me pareces Bilschy, pero no. El satélite cayó noventa y dos días después de su lanzamiento, concretamente el tres de enero de mil novecientos cincuenta y ocho, después de haber completado alrededor de mil cuatrocientas órbitas a la Tierra, acumulando así una distancia de viaje, de aprox…*

El ratón más joven de todos le interrumpió, sin dejarle terminar de decir la última palabra. Entre todos le volvieron a recriminar su pesadez, enzarzándose de nuevo en una pequeña disputa. El conejo se cansó de todas las impertinencias, y de que no le permitieran acabar su discurso a gusto, así que se calló enfurruñado. Después de un buen rato de silencio, la rata más coqueta dijo:

—*¿La nave en la que viajamos como diablos se llama?*

—*Sputnik 5.*

—*¿Qué? Pero, ¿después del número uno no va el dos? Cómo es posible que sólo haya spitnikis uno y cinco.*

—*No se llaman así* –se desquició el conejo– *pero en fin, vamos a dejar esto. ¿Quién te ha dicho que no haya más? También se lanzaron otros: el dos, en el que viajó Laika, una perra que se hizo muy famosa… el tres y el cuatro. ¿He contado bien?*

—*Últimamente estamos muy graciosos, ¿no? Evidentemente que lo has dicho bien… Yo sé contar perfectamente, que por algo me han traído aquí y estoy en esta nave con vosotros…*

—*¿Y nos podías hablar un poco sobre el resto de los sputniks?* añadió un ratón muy inquieto, que no paraba de correr entre la multitud, de aquí para allá.

—*¿Para qué? ¿Para que luego acabamos peleando?*

—*Eso mismo digo yo. Callaros todos, que me está empezando a doler la cabeza* –volvió a decir el ratón más joven con la impertinencia que todos empezaban a conocerle– *¿por qué no dormimos un rato, y así nos tranquilizamos un poco?*

—*Duérmete tú si quieres, todo te molesta. A nosotros también nos molestas tú y nadie dice nada.*

—*De verdad, no empecemos ya… A ver, tú duerme y los demás haced lo que os dé la real gana. Yo me marchó de aquí*, dijo el conejo muy digno.

—*Sí, ¡claro! ¡te vas a ir a dar una vuelta por el parque! Te recuerdo que estamos en una nave, y que de aquí no puedes escapar. ¡Nos tendrás que aguantar!*

Belka y Strelka, se encontraban al margen de todo aquel tinglado, estupefactas ante los gritos que daban todos esos roedores y aquel herbívoro tan pedante, y sobre todo asombradísimas por la experiencia que estaban viviendo… ¡en una nave espacial! Ojala Greg les viese en ese momento…

Cuando el conejo, enfadado como estaba, dejó de hablar, le llegó el turno de palabra al más anciano de los ratones que hasta entonces había permanecido callado en su jaula, algo adormecido por la conversación de aquel sabiondo conejo.

—*Tú enfádate, conejo orgulloso… Te creerás muy importante por saber todo eso acerca de los Sputniks... Mi abuelo, un ratón experimentado donde los haya, conoció a la mismísima Laika. Sí, sí, esa perra que has nombrado antes que viajó en el Sputnik 2. Me ha contado tantas veces esa historia que la recuerdo perfectamente, como si yo mismo la hubiese vivido ayer...*

Y con los ojos cerrados, como si fuese el mismo el que había vivido aquella aventura, el ratón empezó a narrar:

Todo comenzó una lluviosa maña-

na, cuando un tal Oleg Gazenco, un científico aeroespacial, trajo a una pequeña perra al laboratorio. Dijo que se la había encontrado por las calles de Moscú y que se llamaba Kudryavka. Ese mismo día comenzaron a hacerle pruebas de todo tipo y, al comprobar que era apta para una misión espacial, comenzaron un entrenamiento intensivo con aquella perrita, a la que más tarde llamarían Laika, y con ese nombre se hizo tan famosa.

Por las noches ella solía hablar con mi abuelo, que vivía en el laboratorio, y le contaba como le había ido el día y cómo llevaba a cabo su duro entrenamiento. Lo que pretendían era acostumbrarla al entorno que encontraría en el viaje: el espacio reducido de la capsula, los ruidos, vibraciones y aceleraciones. Como parte del entrenamiento, la aceleración de los despegues era simulada a través de la fuerza centrífuga impuesta a una capsula donde la introducían. Durante estas actividades, su pulso y su presión sanguínea se llegaban a duplicar.

"Este mismo proceso general sería utilizado más tarde en el entrenamiento de los cosmonautas soviéticos", solía decir orgulloso mi abuelo.

—Pues que tonto tu abuelo, soltó de repente una de las ratas.

—Vuelves a hablar mal de mi abuelo y te pego un mordisco que te quedas sin cola, capicci ? ¿Por dónde iba...? ¡ah, sí!

Y el ratón volvió a cerrarlos ojos y continuó con su historia

Así, tras duros días de entrenamiento, llegó el 3 de noviembre de 1957, día en el que se había planeado el despegue, día en que daría comienzo la misión.

Desde el exterior se podía observar que la nave era una cápsula cónica, de unos 4 metros de alto con una base de dos metros de diámetro. El interior, según los científicos a los que mi abuelito escuchaba, contenía varios compartimentos destinados a alojar transmisores de radio, un sistema de telemetría, una unidad programable, y muchos otros aparatos de instrumental científico con nombres raros de pocas vocales y muchas consonantes. En una cabina sellada y separada del resto de las cosas, viajaba Laika.

El Sputnik 2 no llevaba cámara de video, por lo que mi abuelo no pudo ver como Laika se desenvolvía en aquel entorno artificial, aunque el sabe que lo hizo bien... Una vez escuchó a uno de los científicos aeroespaciales que siempre había por allí leer un informe que describía las condiciones de la cabina en la que se encontraría su gran amiga Laika.

La cabina permitía al canino estar acostado o en pie, y estaba acolchada para su mayor comodidad. Un sistema regenerador de aire le proveía oxígeno y tanto la comida como el agua se encontraban en forma de gelatina. Laika iba a estar sujeto con arneses, mientras que un dispositivo en forma de bolsa recogería los excrementos y unos electrodos monitorizarían sus señales vitales.

A las 19 horas y 12 minutos de ese mismo día, la nave despego. Fue un momento muy triste para mi abuelo, ya que Laika había llegado a ser una de sus mejores amigas. Mi abuelo estuvo un día entero sin saber nada de Laika y comenzó a estar preocupado por la suerte de su amiga. Sin embargo, esa misma tarde, mediante los informes de los siempre ajetreados técnicos que se movían de una sala a otra mareando a cualquiera que les mirase, se enteró de que…

—Esos tipos científicos me caen muy mal. La rata de antes volvía a hablar, y parecía que de nuevo, no iba a decir nada bueno de nadie. *Hace dos días uno de ellos me pincho en la pata, y me hizo tanto daño que no tuve fuerzas ni para intentar morderle…*

—Cállate de una vez y deja que siga hablando el ratón, que la historia esta muy interesante le gritó su semejante.

—Pues veréis y el ratón continuó con su relato.

El Sputnik 2, solamente con el éxito en su despegue, había logrando un mayor éxito hasta el momento en la carrera aeroespacial soviética. Tras alcanzar su orbita, la nariz del cono fue expulsada como estaba previsto, pero el núcleo del bloque A no se separó. Esto inhibió el funcionamiento del sistema de control de temperatura. Además, algunas de las placas termoaislantes se desprendieron, con lo que la temperatura en el interior llegó a alcanzar los 40 grados Centígrados...

A partir de entonces las cosas no le fueron demasiado bien a Laika. Diagnosticaron su muerte por paro cardiaco debido a las altas temperaturas y al estrés unas cuatro o cinco horas más tarde… Mi abuelo, que por entonces era joven y vivaracho, se entristeció mucho, y aún cuando me contaba esta historia mucho tiempo después, seguía emocionándose y los ojos se le llenaban de lágrimas, se le notaba en la voz lo buen amigo que había sido de Laika y lo que había sufrido cuando se enteró de su muerte en aquel viaje a las estrellas...

Todos los animales comenzaron a hablar distendidamente del tema, llorando algunos impresionados por la historia, pero ajenos todos ellos a que, gracias a los datos obtenidos en el viaje de Laika, unos años mas tarde, los propios hombres, serían capaces de viajar en el espacio como ellos mismos lo estaban haciendo ahora.

Parecía que los animales estaban entretenidos comentando la historia de Laika que el ratón les acababa de contar. Belka y Strelka habían oído hablar de esa historia muchas veces, pero de una forma científica, no con el sentimiento con que el viejo ratón había narrado lo que sucedió. Así, comenzaron a recordar la aventura y los malos momentos que pasaron las personas que hicieron y desarrollaron el proyecto del Sputnik 3, proyecto que se desarrolló poco tiempo antes de llegar los dos perros:

—Belka , ¿te acuerdas del Sputnik 3?

—Sí, claro que me acuerdo, por lo que he podido oír de nuestros dueños, el Sputnik 3 les llevó muchos disgustos a toda la gente que estaba elaborando el proyecto. Porque, si no entendí mal, una vez que la nave estaba lista para ser lanzada, todas las personas que habían trabajado en todas y cada una de las piezas del Sputnik revisaron todo, de arriba a bajo, y todas coincidieron en que ya se podía dar la voz de alarma para

que la nave fuese lanzada al espacio. Cuando se decidieron a hacerlo, el 3 de febrero de 1958, y cuando todos pensaban que todo estaba saliendo sobre ruedas, la nave falló… Pero, aunque desmoralizados por el intento fallido, se pusieron rápidamente a investigar qué era lo que había fallado y descubrieron que había sido...... bueno Strelka ¿tú recuerdas que fue lo que falló? Porque yo no lo recuerdo muy bien...

—Bueno… sí, yo creo que lo que pasó fue que la nave tenía una falta de hardware en su registrador de cinta… La verdad, yo tampoco sé muy bien lo que es... Pero el caso, es que ese fue el motivo por el que falló. Sin embargo, después de unos pocos meses, meses en los que los técnicos no dejaron de investigar y se esforzaron muchísimo por poner todo en orden otra vez, la nave fue lanzada de nuevo. La fecha exacta, si no me equivoco, fue el 15 de mayo de 1958, y esta vez todo funcionó correctamente.

—Sin embargo Strelka, hay un detalle que no has dicho, un detalle muy importante, sobre todo para nosotros que hoy estamos aquí.

—No sé a qué te refieres...

—Sí claro que sí, lo que no has dicho es que en el Sputnik 3 no iba ningún tripulante. La nave solamente estaba ocupada por instrumentos que se utilizaban para la investigación de la atmósfera. ¿Sabes lo que pienso, Strelka? que nosotros hemos tenido mucha suerte de poder viajar en un Sputnik y vivir esta experiencia… Hay perros que nunca salen de una caseta y tú y yo estamos aquí, en las estrellas, y realizando un gran avance para la humanidad... Lo único que siento es que este apasionante viaje no lo pueda hacer Greg con nosotros, lo disfrutaría muchísimo, a él que le encantan las aventuras...

Entre conversación y conversación, los canes se intercambiaban románticas miradas. ¿Qué estaba ocurriendo entre ellos? Aunque sobra mencionar, dadas las circunstancias en las que se encontraban, que todos aquellos animales se estaban comportando de una manera extraña… Quizás por el ambiente anómalo en el que de repente se vieron viviendo, o puede que porque echaran de menos su antigua vida, sus dueños, sus amigos, la suculenta comida, no sé… El hecho es que Strelka y Belka estaban cada vez más unidos.

10 – 9 – 8 – 7 – 6 …

La nave regresó a la Tierra al día siguiente y todos los animales fueron recuperados sanos... Incluidos Strelka y Belka… Podéis imaginar la alegría que supuso para mí el saber que mis dos perros se encontraban bien y que podía llevármelos a casa… Pero no fue así… Nunca volví a tener otra vez conmigo a mis dos compañeros.

El experimento no terminaba allí. Además de los resultados que se obtuvieron con el instrumental que se envió con el Sputnik 5, necesitaban saber los efectos que el viaje tenía sobre todos los seres vivos que realizaron el viaje.

Los científicos analizaron a los ratones, las ratas, el conejo y todas las plantas, y por supuesto a los dos perros. Les hicieron muchísimas pruebas para comprobar los efectos físicos que sobre los perros había tenido su particular periplo por el espacio.

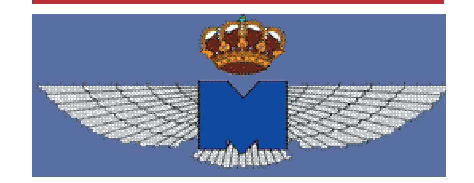
En esos dos años, todo cambió mucho, la verdad es que todo había cambiado demasiado desde el día en que los dos se perdieron… Mis dos compañeros habían crecido mucho y para mi asombro Strelka se quedó embarazada… ¡mis dos amigos iban a ser padres!... ¡increíble!... Nacieron seis cachorritos… Así que, si bien Belka y Strelka no volvieron a jugar, correr, y compartir sus vidas conmigo sí que lo hicieron dos de sus hijos.

Aún ahora, después de tantos años, me impresiona pensar en esta historia y en la importancia que tuvieron mis dos cachorros en el avance de la humanidad para el conocimiento del espacio. Me encanta recordar cada detalle de la historia y cómo yo viví aquel lanzamiento, cuando el resto de muchachos de mi edad ni siquiera sabían qué era el Sputnik…

Nuestro Museo

PASADO, PRESENTE Y FUTURO (Y II)

En "Nuestro Museo" del pasado mes resumimos sus primeros años de historia hasta su instalación en Cuatro Vientos en 1981. En los siguientes años se fue consolidando la presencia en Cuatro Vientos tras un período de tiempo en que la Dirección y algunas oficinas continuaron en el edificio del actual Cuartel General del Aire. La lucha por conseguir espacio fue una constante en aquel período. La superficie total disponible era ya de 35.000 metros cuadrados (m^2) en el año 1988. A comienzos de los años 90 se construyeron dos nuevos hangares, dos talleres, varias naves de almacén y otras edificaciones auxiliares con lo que la superficie cubierta para exposición pasó en 1999 a 7.500 m^2 y la superficie total alcanzaba los 40.000 m^2. Bajo la dirección del general Ruiz Nicolau se amplió la superficie total disponible con el "tee" de prácticas del C.D.S.C.E.A. Barberán y Collar. Con ello se alcanzó la superficie total actual de 66.938 m^2. La instalación de cuatro nuevos hangares de estructura ligera durante el mandato del general Castañón aumentó la superficie cubierta hasta los 11.859m2 actuales. Pese a ese significativo aumento de espacio cubierto aún quedan directamente bajo las estrellas 48 aeronaves. Es una urgente necesidad preservar de las inclemencias meteorológicas esos helicópteros y aviones. Se han considerado diversas soluciones pero hasta la fecha no ha sido posible implementar ninguna de ellas. En cualquier caso esas aeronaves deben ser conservadas en el mejor estado posible. Con ese fin



se ha solicitado una dotación presupuestaria sin renunciar a la solución definitiva que sería cubrir los mencionados aviones y helicópteros.

En otras ocasiones hemos tratado en esta sección de diversos aspectos de la vida del Museo y también de planes para el futuro. Sin embargo, creo que ha llegado el momento de exponer algunas ideas sobre el posible funcionamiento del gran Museo Nacional de Aeronáutica y Astronáutica que todos deseamos. Las siguientes ideas son fruto de mi experiencia como Director y del conocimiento de otros museos hermanos. En primer lugar, creo que es preciso dotar al Museo de un órgano de gobierno específico y dedicado. El órgano de gobierno adecuado podría ser un Consejo de Dirección formado por un número reducido de altas autoridades del Ejército del Aire y de los ministerios de Defensa y Cultura y presidido por el Jefe de Estado Mayor o por el Jefe del MALOG por delegación. Este Consejo se reuniría al menos tres veces al año y daría al General Director las grandes líneas de actuación en el desempeño de sus cometidos y supervisaría su actuación al frente del Museo. Para afrontar la financiación sería conveniente crear un Patronato o Fundación que, sin entrar en los asuntos de gobierno, recogiese fondos económicos y los canalizase para el mantenimiento del MAA y para la realización de las obras que el Consejo de Dirección considerase necesarias. Órganos de este tipo rigen y apoyan la vida de otros museos y son elementos fundamentales para asegurar su buen funcionamiento y financiación. Los detalles sobre la composición de esos órganos y sus normas de funcionamiento necesitan un detenido estudio.

Otro aspecto de gran importancia es el relativo a personal.. En mi opinión en la plantilla ideal debería haber personal profesional del Ejército del Aire en activo y en reserva como en la actualidad pero reforzado en número. El perfil de ese personal debería estudiarse con cuidado así como la consideración de dichos puestos dada la importancia de la función que el Museo desempeña como escaparate de nuestro Ejército y depositario de su historia y tradiciones. El personal funcionario de carácter administrativo podría mantenerse en sus niveles actuales y el personal laboral reforzarse notablemente en las áreas relacionadas con el mantenimiento de las instalaciones y fondos del Museo. La ausencia de personal funcionario especializado en museística es una carencia que debe subsanarse rápidamente con la creación de puestos para ese personal. El objetivo es obtener una plantilla equilibrada con la presencia de los técnicos y especialistas necesarios. La creación de puestos de plantilla para personal en la reserva de los cuerpos de seguridad del Estado ayudaría a reducir el gasto actual en materia de seguridad y control de las instalaciones. Las colaboraciones de becarios, reservistas voluntarios, personal temporal del INEM etc. son ayudas bienvenidas que, bien administradas, pueden colaborar en la ejecución de las múltiples tareas en un museo como el nuestro. Sin embargo, la prioridad es contar con una plantilla adecuada y cubierta con personal profesional preparado y entusiasta.

El Plan Museológico es una nece-

sidad para un museo moderno y se está elaborando por personal del MAA con la colaboración de la Subdirección de Patrimonio. Se espera que a final de año se disponga de dicho Plan. La atención debida a diversas tareas urgentes ha hecho imposible dedicar personal a su redacción hasta el pasado mes de junio. Por otra parte, el Plan de Emergencias ha entrado en vigor el pasado mes de julio. Con este Plan se dispone de una guía para responder a las diversas situaciones que se pueden producir en un museo abierto al público.

El papel de la Asociación de Amigos es muy importante en la vida del Museo. Es de esperar que con la nueva Presidencia y tras la firma del Convenio, el actual excelente apoyo recibido hasta ahora sea aún más eficaz. Debería potenciarse el número de miembros de la Asociación que colaboran habitualmente con el MAA e incentivar aún más su integración benévola y altruista en las tareas diarias de las diversas secciones que forman nuestra pequeña organización. La colaboración de los Guías de la tercera edad es también muy positiva y necesaria. Es preciso alcanzar la mejor relación posible con estas personas que cubren, en unión de algunos amigos del Museo, una tarea muy importante de cara al público visitante en grupo. La implantación de un sistema de audio-guías en un futuro no lejano no quitará importancia a los guías, que añaden calor humano a las explicaciones.

Las instalaciones actuales en Cuatro Vientos son bien conocidas y presentan graves problemas que han sido expuestos en varias ocasiones en esta sección. En los meses de verano se ha continuado con la realización de diversos trabajos necesarios en las redes de saneamiento y electricidad y para cumplir la normativa relacionada con la Seguridad e Higiene en el trabajo en nuestros talleres y almacenes. En el mes de julio pasado se procedió al derribo total del frontón existente adosado al Hangar 1 que restaba visibilidad a ciertas zonas del MAA y constituía un peligro. En efecto, se ha podido comprobar el mal estado de la fachada noroeste del citado hangar adosada hasta ahora al frontón. Dicha fachada exige urgentes acciones correctivas. Como resumen puedo asegurar que en los últimos meses se ha dedicado un esfuerzo enorme por mejorar la infraestructura existente para conseguir la máxima seguridad y comodidad posibles para todos. Sin embargo, está claro para cualquier visitante que las instalaciones actuales no son suficientes ni reúnen las mejores condiciones para un museo. Por mucho esfuerzo y dinero que se emplee en mejoras nunca se conseguirá alcanzar el nivel óptimo de calidad y seguridad. Por todo ello, cuando surgió



la oferta de dotar al Museo de Aeronáutica y Astronáutica de una infraestructura de nueva planta, construida especialmente para ese fin y sin coste para el Ejército del Aire, mi actitud fue muy receptiva. A lo largo de varios meses negocié como representante de nuestro Ejército el texto de un posible convenio con el Ayuntamiento de Getafe para iniciar el proceso. El pasado mes de abril, quedó terminado un borrador que garantizaba la titularidad y el mantenimiento de las nuevas instalaciones para el Ejército del Aire y que contemplaba prudentemente un "Estudio de viabilidad" previo a cualquier decisión posterior. Ese estudio sería pagado por el Ayuntamiento de Getafe y el MAA colaboraría en su realización. Si se continuase adelante, el terreno para el futuro emplazamiento sería proporcionado por el citado Ayuntamiento y el nuevo museo formaría parte de un complejo que tentativamente se llamaría "Ciudad del Aire".

Independientemente de cualquier proyecto, creo que el futuro del MAA está en trasladar gran parte de sus fondos a un nuevo edificio o conjunto de edificios construidos para ser un museo aeronáutico. Dichas instalaciones deberán ser capaces de albergar dignamente al menos una gran parte de los fondos disponibles actualmente y los que pudiesen adquirirse en un futuro previsible. La sede en Cuatro Vientos podría conservarse para exhibir los fondos que no se trasladen y para realizar exposiciones temporales y actividades culturales. Existen muchas ideas para lograr que se haga realidad un nuevo y excelente Museo Nacional de Aeronáutica y Astronáutica que honre y recuerde a todos los que con su esfuerzo y sacrificio hicieron posible la ilusión de volar y que muestre las máquinas con que se materializaron dichos sueños. ■

Suboficiales

Enrique Caballero Calderón
Subteniente de Aviación
e.caballero@terra.es

Y EL HALCÓN SURCA LOS CIELOS, UNA HISTORIA DE IMÁGENES

Me encuentro de visita familiar en la isla de Gran Canaria, cuando siento la necesidad de ver y si es posible fotografiar, a mis compañeros del Ejército del Aire (E. A.) que se encuentran trabajando en la Base Aérea de Gando, a pesar de ser el mes de vacaciones por excelencia, el mes de agosto.

Cuando me doy cuenta he recorrido los kilómetros que separan la casa de mi familia en Las Palmas y el semidesértico emplazamiento de la Base; la entrada es franqueada con un majestuoso avión que hiciera las delicias de sus pilotos y de los que observaron sus vuelos, dándonos paso a un cuidado acceso, franqueado en todo su recorrido por numerosas plantas de considerable tamaño, repoblación forestal importante para evitar el movimiento de áridos.

Al principio de la zona edificada, está el edificio en el que se encuentran los encargados de la seguridad, lo que me recuerda que estoy en un recinto militar y que ésta es muy importante, así es que cumpliendo lo establecido y tras la petición correspondiente, obtengo la autorización del coronel Jefe del Ala 46 y de la Base para realizar mi deseado reportaje fotográfico.

¿Están listos los aviones para la misión?

Esta corta pero importante frase, motivo esencial de la existencia de cualquier fuerza aérea y que es repetida varias veces en el día, casi todos los días del año, por los responsables de la oficina de control del mantenimiento, engloba todo el trabajo de los que tienen que aplicar sus conocimientos y su experiencia, en las complicadas maquinarias de los aviones de combate.

Mecánicos, armeros, electrónicos, informáticos y todos aquellos que los auxilian, asesoran y protegen, suboficiales y miembros de tropa que aplican sus conocimientos con esmero y que son supervisados meticulosamente por jefes y oficiales, ingenieros y pilotos, con el objetivo final encomendado a todos, cumplir la misión.

Pero para poder hablar de la salida del avión, debemos retrotraernos varios días atrás, para ver como éste ha sido reparado, revisado o ambas cosas a la vez, con el objetivo de que pase los altos parámetros de eficiencia y seguridad exigidos por el E. A., antes de ser autorizados para el vuelo.

Motoristas que desmontan hasta el último tornillo y hasta la última pieza de los mo-

















tores, expertos en los mismos que los prueban en sofisticados establecimientos, denominados bancos de pruebas y que sólo cuando han pasado las pruebas exigidas los dan aptos para ser montados en los aviones.

Mecánicos de aeronave que escudriñan sus entrañas en busca de la avería causada y que se opone a ser localizada, pero que una vez derrotada en sus intenciones, es reparada con las piezas suministradas. Gracias a la labor poco difundida de la sección de abastecimientos, expertos en aviones que dedican su tiempo a la localización y al pedido de las piezas necesarias para las reparaciones.

Armeros que no sólo solucionan los problemas causados en los elementos e instalaciones que les competen en el avión, sino que también mantienen el armamento en el estado exigido, montando el mismo en los aviones e instalando los depósitos de combustible auxiliares requeridos en cada misión.

Para que todo esto dé su fruto, el avión tiene que salir al aire y cumplir su misión, éste es el momento más importante para todos, porque si no es posible no habrán servido de nada tantas horas de trabajo y preocupación.

El momento ha llegado, la actividad diaria, en la zona de lanzamiento de aviones, preparación para el despegue, que comienza algunas veces con la salida del sol, otras mucho antes y muchas veces una vez oculto éste.

En la oficina del jefe de mecánicos de línea (pista) y en la del personal de armamento toca a rebato, el transitar de personas de uniforme, hombres y mujeres que se dirigen a recoger las ordenes del día, es constante.

Se comienza leyendo el libro del avión asignado y comprobando que esté todo en regla; más tarde se dirigen a sus aviones respectivos, al objeto de realizar las inspecciones oportunas a los mismos.

Los impresionantes F-18 del E.A. se encuentran a cubierto en hangares especiales, denominados refugios, como aquel caballero medieval que velaba las armas antes del esperado combate, majestuoso y conocedor de su poderío, pero sabedor de que necesita la presencia de los hombres de azul que se acercan a ellos y que harán posible, con su amplia formación, que sea capaz de alcanzar el objetivo de su fabricación, volar en las difíciles y exigentes condiciones de un avión de guerra.

Volar sí, pero bajo las órdenes que le transmite aquella persona, enfundada en verde oliva y que ha tenido que dedicar muchos años de su vida en la formación necesaria para dirigirlo y que tendrá que seguir actualizándola en la que le queda.

Una vez listas las potentes monturas, pilotos, armeros y mecánicos se acercan al mismo para, tras su puesta en marcha, partir hacia la cabecera de pista y tras la obtención del permiso del controlador de la Torre, emprender una frenética carrera que desemboque en el suave flotar, sensación agradable que es proporcionada cuando el aparato vuela.

Todo lo anterior es vigilado con atención por ojos que controlan que todo se desarrolle, con la seguridad exigida por nuestro ejército, bomberos y policías que de forma callada, pero precisa escudriñan las instalaciones, en busca de conatos de incendios o de intrusos en la zona, algo de lo que puedo dar fe pues fuí sometido varias veces a controles de identidad por los hombres y mujeres que no quieren que se les infiltre ningún enemigo o terrorista, que frustre el éxito de la misión de todos, la defensa del espacio aéreo de nuestra querida Nación española ■

EL MINISTRO DE DEFENSA INAUGURA EL MONUMENTO DEDICADO "A LOS PILOTOS ESPAÑOLES DE TODOS LOS TIEMPOS" EN ANTIGÜEDAD, PALENCIA

Antigüedad, es una pequeña localidad de la provincia de Palencia con una amplia tradición aeronáutica, que comenzó en los años 20, cuando dos hermanos, César y Augusto Martín Campo, se hicieron pilotos. Desde entonces este pueblo de sólo 450 habitantes, ha estado ligado a la aviación militar y en la actualidad hay dos pilotos en activo en el Ejército del Aire.

El interés aeronáutico de esta comarca, se vio incrementado hace un par de años con el homenaje que el pueblo de Antigüedad dedicó a estos pioneros de la aviación de caza española, que la mala fortuna hizo que murieran ambos en la Guerra Civil y curiosamente uno en cada bando. El homenaje, y de forma muy especial la exhibición aérea, fueron seguidas con gran expectación por miles de personas de las tres provincias en las que se enmarca la comarca del Cerrato: Valladolid, Burgos y Palencia.

La publicación en 2006 de la biografía: Hermanos Martín Campo, aviadores en la Guerra Civil, fomentó aún más el espíritu aeronáutico del pueblo y puso de manifiesto el gran interés que suscita todo lo relacionado con los pilotos y el vuelo.



Montaje F–4 en Antigüedad.

Para continuar con esta tradición de 70 años de antigüedad, la corporación municipal solicitó a nuestro Jefe de Estado Mayor un avión para construir un monumento "A los aviadores españoles de todos los tiempos". El proyecto era muy ambicioso para un pueblo con escasos recursos, pero a la vez resultaba muy atractivo y parecía justo dedicar un parque con un avión a todos los pilotos, en el pueblo de dónde salieron dos jóvenes para, sin ningún antecedente aeronáutico, hacerse pilotos militares en los comienzos de nuestra aviación.

Y así fue como el CR–12-48, un veterano Phantom del 123 escuadrón, fue asignado a tan difícil misión, concretamente y en palabras de nuestro JEMA, "…mantener rumbo, altura y sector, mientras te quieran en Antigüedad…"

Lo que aparentemente parece sencillo, es decir preparación, traslado e instalación del Phantom en el parque, resultó, muy laborioso, cos-



Transporte.



Preparando el avion para corte de tren aterrizaje.

toso y difícil. Pero la determinación de unos cuantos ha hecho posible llevarlo acabo en sólo cinco meses. De forma significativa hay que resaltar el apoyo prestado por la Maestranza Aérea de Madrid, cuyo personal se encargó de desmontar cola y planos y del transporte.

Las labores más costosas y difíciles han sido las de descontaminar el avión de combustible, quitar el tren y ensamblar los planos al fuselaje, pues estos habían sido cortados para su transporte. Tanto el ensamblado de las alas, como el montaje del avión sobre los postes fue llevado a cabo por un herrero local.

Se fijó para la inauguración del monumento y, a la vez, homenaje a los aviadores españoles el sábado 19 de mayo de este 2007. El alcalde de la localidad Don Luís Fernando Cantero, gran entusiasta de este proyecto, cursó invitación al ministro de Defensa quien a pesar de lo ajustado de su agenda confirmó su asistencia para presidir los actos, dando con su presencia mayor realce, si cabe, a un homenaje de estas características.



El ministro Defensa, delegado del gobierno en Castilla y León y JEMA.



Autoridades e invitados en la grada.

Para la inauguración del monumento se contó, una vez mas con el total apoyo del Ejército del Aire, pues no sólo prestó los medios de la exhibición aérea –que contó con la presencia de cinco C–101 del GRUEMA, un EF–18 del Ala 12 y seis paracaidistas del EADA–, sino que además asistió a los actos una nutrida representación de generales y oficiales del Ejército del Aire, encabezados por el Jefe de Estado Mayor, general del Aire Francisco José García de la Vega, así como el teniente general Carlos Gómez Arruche jefe del MAGEN, y el teniente general Miguel Lens Astray jefe del Gabinete Técnico del Ministro de Defensa.

La jornada del sábado nunca se olvidará en este pueblo ni desaparecerá de la mente de los que acudieron al homenaje, pues se vivieron momentos verdaderamente emocionantes, como el canto del himno de Aviación por el Coro de Antigüedad, integrado por una amalgama de entusiastas con edades comprendidas entre los 7 y los 60 años, que habían aprendido o repasado nuestro himno para la ocasión. Y momentos vibrantes como la excelente exhibición del EF–18 del Ala 12 o la toma de tierra del paracaidista con la bandera española.

Al final del día quedó flotando en el ambiente la admiración y el respeto por todos los miembros del Ejército del Aire y la labor que realizan, y una insistente pregunta: ¿cuándo es el próximo festival aéreo?



Desplazamiento al punto de exhibición.

JORGE CLAVERO MAÑUECO
TCol de Aviación



SEMANA DE LAS FUERZAS ARMADAS EN LEÓN

Durante los días 25 de mayo a 3 de junio se han celebrado diferentes actos en la ciudad de León con motivo del día de las Fuerzas Armadas.

Del día 25 al 27 de mayo, tuvo lugar una exposición estática y una exhibición dinámica que ha contado con material del Ejército de Tierra, Guardia Civil y Ejército del Aire. Por parte de éste se expuso material perteneciente al Escuadrón de Apoyo al Despliegue Aéreo, la Escuadrilla de Zapadores Paracaidistas y de la Academia Básica del Aire, así como helicópteros pertenecientes al Ala 78 y al 801 Escuadrón.

La exhibición dinámica se desarrolló en la tarde del día 26 y contó con varias demostraciones: Cinco aviones C-101 de la Base Aérea de Matacán, la Patrulla ASPA del Ala 78 en Granada, un F-18 del Ala 15 de la Base Aérea de Zaragoza, un C-295 del Ala 35 (Getafe) y la Patrulla de Paracaidismo del Ejército del Aire (PAPEA), que finalizó la exhibición.



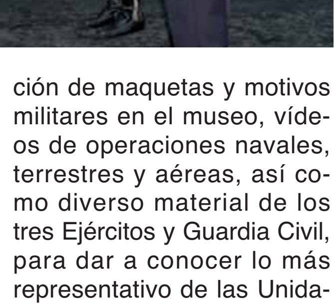
El Ejército del Aire participó, a su vez, en la exposición estática que se celebró en Gijón los días 1 y 2 de junio en la que se expuso similar material al utilizado en León días atrás. Asimismo, participó con 2 F-18 y un T-12 lanzando paracaidistas de la EZAPAC, en la exhibición aeronaval que el día 2 se realizó en esta capital, consistente en la ambientación de un supuesto de incursión anfibia para rescatar un contingente de Naciones Unidas rodeado por diversas facciones en una zona de conflicto.

Por último y como colofón a todas estas actividades, el día 3 de junio en la Avenida Peregrinos de León, tuvo lugar el desfile del día de las Fuerzas Armadas bajo la presidencia de Sus Majestades los Reyes, acompañados de Su Alteza Real el Príncipe de Asturias y de las primeras autoridades. La parada militar se inició con el izado de la Bandera Nacional, que continuó con el acto de homenaje a los que dieron su vida por España. Una vez finalizado comenzó el desfile aéreo formado por diferentes aeronaves del Ejército de Tierra, la Armada, así como los siguientes del Ejército del Aire: F-18 del Ala 15 (Zaragoza), F-1 del Ala 14 (Albacete), F-5 del Ala 23 (Badajoz), 4 Eurofighter del Ala 11 (Morón – Sevilla), 2 T-19 y 2 T-21 del Ala 35 (Getafe – Madrid), Helicópteros Colibrí HE-25 del Ala 78 (Granada) y la Patrulla Águila con los aviones C-101 de San Javier (Murcia).

El desfile terrestre, que se ensayó en las instalaciones de la Academia Básica del Aire los días previos, contó con diversos vehículos motorizados pertenecientes al Ejército de Tierra. El Ejército del Aire fue representado por una Escuadrilla de alumnos de la Academia Básica del Aire, la Escuadrilla de Honores y una Escuadrilla del EADA. El pueblo de León se volcó con la celebración del día de las Fuerzas Armadas llenando cada espacio en el recorrido que realizó el desfile.







ACTOS CONMEMORATIVOS DEL DÍA DE LAS FUERZAS ARMADAS EN LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

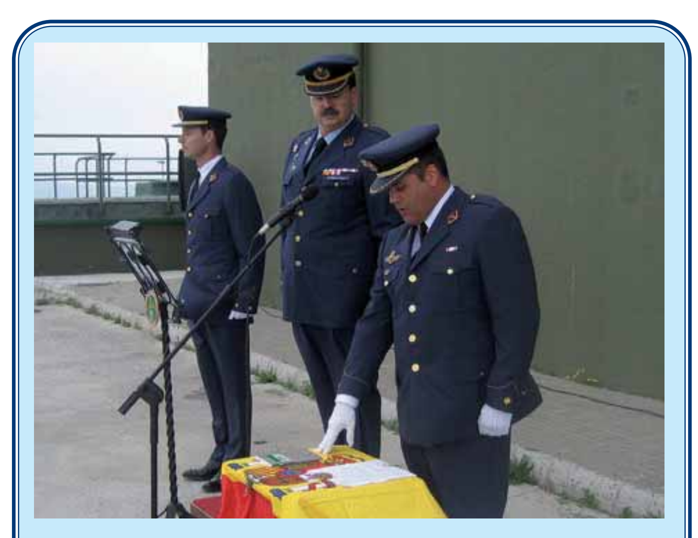
Con motivo de la celebración del Día de las Fuerzas Armadas, el 2 de junio, se selebró un Acto Solemne de Homenaje a la Bandera Nacional, en el Parque de San Telmo, de la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, los actos que comenzaron a las 8:15 de la tarde, consistieron en el solemne arriado y plegado de la Enseña Nacional, que fue entregada al director y dos alumnos del Colegio Público "Carlos Navarro Ruiz", como colegio más antiguo de la ciudad, finalizó el acto con un desfile terrestre en el que participó una sección de cada uno de los Ejércitos y de la Guardia Civil, Unidad de Música del Mando Aéreo de Canarias y Escuadra de Gastadores.

A las 9 de la noche, en el kiosco de la música del Parque de San Telmo, se ofreció un concierto de música militar y popular, interpretado por la Unidad de Música del Mando Aéreo de Canarias.

Estos actos a los que fueron invitadas las primeras autoridades del Archipiélago, fueron presididos por el general jefe del Mando Aéreo de Canarias José Jiménez Ruiz, que estuvo acompañado por el almirante jefe del Mando Naval de Canarias, el general jefe de Tropas del Mando de Canarias y el general jefe de la 16ª Zona de la Guardia Civil en Canarias.

El Arsenal Militar de Las Palmas abrió sus puertas al público el día 2 junio entre las 4 y las 8 de la tarde y el día 3 entre las 10 de la mañana y la 8 de la tarde. En estas jornadas se pudo visitar las dependencias del Arsenal así como una exposición de maquetas y motivos militares en el museo, vídeos de operaciones navales, terrestres y aéreas, así como diverso material de los tres Ejércitos y Guardia Civil, para dar a conocer lo más representativo de las Unidades desplegadas en la isla.





RELEVO DE MANDO EN EL EVA 11

El 28 de junio se celebró en el EVA-11 el acto de relevo de mando, siendo presidido por el coronel jefe interino del Sistema de Mando y Control José Parejo-Bravo Morcillo y en el cual se llevó a cabo la Orden nº 762/06181/07 de 19 de abril de 2007, por la cual se nombra jefe del Escuadrón de Vigilancia Aérea nº 11 y Acuartelamiento Aéreo de Alcalá de los Gazules al comandante Víctor Manuel Pastor Bejarano al cual hizo entrega el jefe saliente teniente coronel José Manuel Martín Rodríguez. A dicho acto asistieron autoridades civiles y militares locales así como todos los miembros del Escuadrón. Finalizado éste, se procedió a un acto social en el cual se brindó por el primer soldado de España, Su Majestad el Rey.



EJERCICIO TORMENTA 2007

Entre los días 11 y 14 de junio, se celebró en el Polígono de Tiro de Bardenas, el ejercicio Tormenta 2007, en el que participaron más de treinta aviones de combate, desplegados en la Base Aérea de Zaragoza.

El Tormenta es un ejercicio de adiestramiento de las Unidades de combate del Ejército del Aire en los procedimientos y el uso de armas Aire-Suelo. También sirve para que los armeros y mecánicos de cada una de las unidades practiquen con el armamento real los procedimientos de ensamblaje, montaje y comprobaciones que hay que hacer antes de armar los aviones. Sirve también para ejecutar los distintos procedimientos de ensamblaje de cada una de las diferentes bombas, y se utiliza además para comprobar que los distintos tipos de armamento que tienen asignados cada una de las Alas está en perfectas condiciones. Para ello se hace un muestreo de cada uno de los lotes, se comprueba que el mantenimiento que se les ha hecho y que las condiciones en las que se ha almacenado son las adecuadas. De manera que si se decide utilizar una bomba cercana a la fecha de caducidad, se tenga la confianza de que se ha comprobado que está en perfecto estado.



Las unidades que este año han participado han sido: el Ala 12 con 10 aviones EF-18A recientemente modernizados, el Ala 14 que destacó 5 de sus incansables Mirage F-1M, el Ala 15 con el EF-18A operó con un máximo de 5 aviones en cada una de las distintas misiones, el Ala 23 envió otros 5 SF-5B y el Ala 46 desplegó 6 de sus F/A-18. Además el EADA (Escuadrón de Apoyo al Despliegue Aéreo) y el EZAPAC (Escuadrón de Zapadores Paracaidistas) participaron con iluminadores y controladores aéreos avanzados. También el Ala 31 utilizó uno de sus Hércules para hacer infiltraciones nocturnas del equipo de zapadores que se lanzó en Bardenas y que luego efectuó las conducciones de aviones y la iluminación de blancos para las bombas guiadas. Además la UMAAD (Unidad Médica Aérea de Apoyo al Despliegue), realizó un pequeño ejercicio dedicado a previsión y tratamientos de bajas causadas o contaminadas por agentes

NBQR (Nuclear, Bacteriológico, Químico o Radiactivo). Y por último las Alas de transporte ayudaron en el despliegue de todo el personal y del material en la Base Aérea de Zaragoza.

En cuanto al armamento, en este ejercicio se utilizaron desde los misiles AGM-65 Maverick, hasta las bombas guiadas GBU-10 Paveway II, pasando por las bombas de caída libre, BR-250 y BR-500, bombas frenadas BRP-250, bombas superfrenadas BRPS-250, etc.

Aunque el Tormenta es un ejercicio en el que mayoritariamente se utiliza armamento real, el primer día, con las misiones de incorporación de los aviones, se tiraron también bombetas de prácticas tipo BE-11 y BE-6 para que el personal que, por cualquier razón, no hubiese tirado bombas hace algún tiempo, se familiarizase y recordase los procedimientos, ajustándolos a la modalidad de tiro que se iba a usar y de esa forma continuar los demás días con el armamento real.

La importancia de este ejercicio es que debe ser lo más parecido posible a la realidad. Se practica que los procedimientos y las tácticas aprobadas para el lanzamiento en cada una de las modalidades y en cada uno de los tipos de armamento son validas, y consiguen un impacto en el blanco o lo más cercano posible, con el fin de evitar daños colaterales. Para eso se necesita que la precisión sea la máxima posible. De hecho después del tiro se hicieron las comprobaciones, a una serie de blancos colocados en Bardenas y se analizó, tanto por fotografías del Ala 12, con el pod de reconocimiento táctico Reccelite, como in situ por el personal que va a reconocerlos. Y se evaluó el daño causado en cada uno de los blancos, y si se consideran destruidos o no.









En estos ejercicios se tiende a dar el protagonismo al avión, al piloto o al armamento real, pero en realidad el protagonismo lo tiene la misión en sí. Al Ala en cuestión se le asigna la misión de batir un objetivo y para ello tiene que trabajar como un conjunto: El piloto tiene que estar entrenado y ser capaz de poner el avión y los sistemas del avión en el punto adecuado para la suelta correcta del armamento; los sistemas del avión tienen que funcionar perfectamente para permitir que la bomba caiga donde debe; el personal de mantenimiento debe tener el avión en perfecto estado; el personal de armamento tiene que tener el armamento perfectamente montado, espoleteado y con las condiciones de seguridad adecuadas; y todo para conseguir que el efecto final sea la destrucción del blanco asignado.

Además de que todo el personal cumpla con su cometido, también se pretende sacar el máximo potencial al avión, por ejemplo, los F-18 tanto de Zaragoza como de Torrejón que disponen del pod de designación de blancos Litening II, los utilizan para ver cuanto más lejos mejor el objetivo a batir, identificarlo y asegurarse de que la bomba vaya al objetivo. En el caso de aviones que no disponen de ningún pod, como los F-1 del Ala 14, pero que sin embargo tienen un excelente inercial GPS, si las coordenadas son buenas el objetivo será abatido con facilidad. En el caso del Ala 23, también tienen un sistema de inercial GPS muy bueno después de la modernización y tiran bastante bien, aparte de que, por ser un Ala de instrucción, están muy entrenados en tiro Aire-Suelo. Por el contrario el Ala 46, con un avión menos actualizado tiene que utilizar el sistema de identificación vi-



sual para asegurarse que el objetivo que bate es el adecuado. Al ser ésta un Ala más dedicada a la defensa aérea y como rol secundario Aire-Suelo, el avión que utiliza es una versión que tiene mayor capacidad Aire-Aire que Aire-Suelo, comparada con el EF-18 del Ala 15 y sobretodo con los EF-18 modernizados del Ala 12, es por ello que necesitan más participación del piloto, pero todo esto se solucionará en la próxima modernización a la que serán sometidos los F/A-18 de Gando.

Los ciclos de salidas se han distribuido equitativamente por Alas y se han distribuido las bombas con respecto al número de pilotos calificados. Se realiza una misión lo más real posible, en el caso particular de este ejercicio Tormenta se han asignado paquetes completos de aviones estilo COMAO (Combined Air Operations) lo que implica muchos aviones de diversas características que baten todo un sistema de objetivos, lo que se traduce en que se montaban trenes de 25 aviones, los cinco aviones de cada una de las cinco Alas y a cada uno de ellos se repartía una ventana de tiempo en la que se autoriza el disparo durante un tiempo particular, que suele estar coordinado con una cobertura de aviones Aire-Aire, una cobertura de aviones antisistemas de defensa antiaérea, una cobertura de una serie de factores y que asignaban una ventana en la que se pueden tirar las bombas. Entonces se distribuye a cada uno de los 25 aviones una ventana en particular con la que trabajar y se asigna a cada uno de esos aviones un objetivo de toda la panoplia que se han asignado. Aquí ya es el jefe de la misión el que distribuye el tiempo que cada uno de los aviones utilizará para abatir su objetivo, siempre atendiendo a las características del avión, al tipo de armamento que puede utilizar, y otra serie de factores, de manera que las misiones son relativamente complejas y el ejercicio se hace muy interesante para el personal que en él participa, ya que se suele practicar todo lo que se hace en ejercicios normales, pero además con el lanzamiento de bombas reales.

La particularidad de este año es que se ha hecho el ejercicio como operaciones basadas en efectos, se simuló el ataque a un conjunto de objetivos de diversas características y según se iban considerando destruidos se iba avanzando en la destrucción del sistema completo. Por ejemplo, las primeras bombas y los primeros misiles que se tiraron, las GBU y los Maverick, se utilizaron para destruir objetivos que simulaban las defensas aéreas que cubrían una franja. Hasta que no se consideraron destruidos por impacto directo o cercano como para neutralizar el objetivo, no se autorizó el uso de armamento que necesitaba ser lanzado más cerca y meterse dentro de la envolvente que cubría esas defensas aéreas que se simulaban. Entonces se fueron ajustando entre sí y si, por la razón que fuese, no se abatía el objetivo en la primera misión, el segundo volvía a utilizar ese mismo objetivo, o volvía a intentar su neutralización para poder, una vez considerada destruida la defensa, autorizar al resto de aviones entrar en la zona de operaciones con otro tipo de armamento que necesita ser tirado más cerca. Las tripulaciones tuvieron que adaptarse al cambio continuo de objetivos y aunque el piloto se preparase una misión con un objetivo en general, momentos antes de subir al avión le informaban exactamente del objetivo que tenía asignado, dependiendo de si las misiones anteriores habían destruido o no sus objetivos, con lo cual casi se fueron asignando los objetivos en tiempo real.



Y a grandes rasgos en eso consiste el Ejercicio Tormenta, además de adiestrar a las tripulaciones, al personal de mantenimiento y armeros, comprobar la eficacia de los aviones, las tácticas en los procedimientos de tiro, la fiabilidad de los sistemas de los aviones y que los lotes de armamento están en buen estado para que todo funcione perfectamente en caso necesario.

Néstor de la Orden Bueno
Fotografías del autor



RELEVO DEL 47 GRUPO

El 29 de junio tuvo lugar en la Base Aérea de Torrejón y presidido por el general jefe del Mando Aéreo de Combate y Comandante del CAOC nº 8 de la OTAN, el teniente general José Froilán Rodríguez Lorca, el acto de toma de posesión de la Jefatura del 47 Grupo Mixto de FFAA por parte del coronel Joaquín Díaz Martínez, perteneciente a la 32 promoción de la AGA.

Tras rendir los honores de ordenanza y pasar revista a la fuerza participante se procedió a la lectura de la Orden de nombramiento y juramento del cargo. Seguidamente, se procedió a entonar el himno del Ejército del Aire y se rindió homenaje a los soldados que entregaron su vida por España en todos los tiempos. El GJMACOM tuvo emotivas palabras tanto para el coronel jefe saliente como de presentación del entrante. Posteriormente, se sirvió una copa de vino español en el pabellón de oficiales a todos los asistentes. Es de destacar la numerosa asistencia tanto de autoridades militares como civiles que con su presencia realzaron este tipo de actos castrenses tan emotivos.

El acto, por una parte, constituía la primera presidencia en un relevo de Jefatura de Unidad por parte del teniente general Rodríguez Lorca como GJMACOM tras su toma de posesión, reciente, en el cargo y, por otra, el primer relevo bajo su Mando del 47 Grupo Mixto de FFAA tras la incorporación al MACOM de la unidad tras los cambios producidos en la estructura orgánica del Ejército del Aire.

El 47 Grupo es una auténtica Unidad de FFAA multimisión que engloba en su estructura no sólo escuadrones de vuelo sino competencias en materia de inteligencia aérea. La Unidad está dotada de aeronaves Boeing 707 que cumplen misiones desde el transporte aéreo estratégico tanto de personal como de carga y medevac en un futuro próximo, además de tener un papel muy relevante en las capacidades de E.A. en reabastecimiento en vuelo para nuestros aviones de caza. También esta Unidad integra aviones Falcon 20 (TM11) que realizan misiones de calibración de ayudas radioeléctricas que anteriormente eran competencia del 45 Grupo así como de inteligencia electrónica El inventario de aeronaves también incluye los veteranos T-12 Aviocar. Por último, y como proyecto para un futuro próximo se contempla la creación de un escuadrón de aeronaves no tripuladas (UAV).

CELEBRACIÓN DE JORNADA DE PUERTAS ABIERTAS EN LA BASE AÉREA DE ARMILLA (GRANADA)

El 1 de julio tuvo lugar en la Base Aérea de Armilla una jornada de Puertas Abiertas en el marco del XXIV Campeonato Mundial de Vuelo Acrobático que se ha celebrado entre el 24 de junio y el 4 de julio.

Con una asistencia multitudinaria, la jornada se desarrolló bajo la presidencia del jefe de Estado Mayor del Aire, Francisco José García de la Vega, que, acompañado por numerosas autoridades civiles y militares, presenciaron la exhibición en vuelo de las distintas aeronaves participantes en el campeonato y de los medios aéreos del Ejército del Aire, los cuales se ganaron la admiración del público asistente.

El jefe de Estado Mayor del Aire se desplazó a la zona reservada a los equipos de competición donde saludó al personal integrante de los mismos. Posteriormente, recorrió la zona reservada al público asistente al evento y visitó el hangar donde se realizó una exposición estática de los medios aéreos disponibles en el Ala 78.



El programa de actos se inició a las 09:00 horas con los vuelos del campeonato mundial correspondientes al programa "4 minutos", prueba de estilo libre que se realiza con humo y música, lo cual realza la espectacularidad de la misma.

A las 11:50 horas se inició la exhibición de las aeronaves y patrullas del Ejército del Aire, en la que participaron, en el siguiente orden, el helicóptero HE-24 Sikorsky,

destinado en el ALA 78, que además realizó un simulacro de rescate; a continuación un C-15 McDonnell Douglas F/A-18, del ALA 12, seguido de un C-16 Eurofighter Typhoon del ALA 11, consiguiendo ambos entusiasmar al público asistente con sus pasadas y maniobras en el aire. Seguidamente fue el turno de la estrella local, la Patrulla Aspa del ALA 78 y el de la Patrulla Aguila de la Academia General del Aire que, como siempre, hicieron las delicias de los asistentes con sus maniobras sincronizadas y espectaculares cruces.

Como colofón del espectáculo, un equipo PAPEA/EMP de la Base Aérea de Alcantarilla, descendió por los cielos armilleros hasta la tribuna de autoridades, portando la bandera nacional y la de la Federación Aeronáutica Internacional, lo que provocó el aplauso general de los espectadores.





Posteriormente, el jefe de Estado Mayor del Aire y autoridades civiles y militares procedieron a la entrega de trofeos a los pilotos ganadores en las diversas pruebas realizadas durante el campeonato mundial.

Para finalizar, se ofreció un vino español en el pabellón de oficiales de la Base Aérea de Armilla con asistentes del Ejército del Aire, Federación Aeronáutica Internacional, Federación Aeronáutica Española, equipos participantes en el campeonato e invitados.



EXHIBICIONES DE LA PAPEA EN ASTURIAS Y GRANADA

El fin de semana correspondiente al 30 de junio y 1º de julio, la Patrulla Acrobática de Paracaidismo del Ejército del Aire (PAPEA) efectuó sendas exhibiciones de paracaidismo en puntos tan distantes como Asturias y Granada. En ambas el tiempo meteorológico permitió el lucimiento de la patrulla.



La primera de ellas en La Felguera con ocasión del aniversario de la primera travesía aérea de Los Pirineos por el aeronauta Jesús Fernández Duro hace ya más de cien años. Efemérides que contó además de con la PAPEA con la participación de un helicóptero HD-19 del 801 Escuadrón de Fuerzas aéreas para Bautismos del Aire y simulacro de rescate.

La segunda tuvo lugar en las instalaciones de la Base Aérea de Armilla con ocasión del desarrollo del XXIV Campeonato Mundial de Vuelo Acrobático y que con motivo de la Jornada de Puertas Abiertas de la Base Aérea concentró un numeroso ejemplo de las aeronaves con que



esta dotado el Ejército del Aire, véase helicópteros HE-24 (Sikorsky) y HE-25 (Colibrí) y aviones C.15, C-16 y E-25, pertenecientes a las Alas 12 y 11 y Academia General del Aire, respectivamente.

Como suele ser habitual en este tipo de eventos y sin desmerecer la participación del resto de patrullas del Ejército del Aire, Aspa y Águila, la PAPEA una vez más demostró su extraordinaria preparación y magnifica ejecución de los programas previstos para este tipo de acontecimientos.

TOMA DE POSESIÓN DEL MANDO DE LA JSMC

El 6 de julio se llevó a cabo en el GRUCEMAC en la Base Aérea de Torrejón la toma de posesión del mando de la Jefatura del Sistema de Mando y Control por parte del general Miguel Moreno Álvarez, aprovechándose dicho acto para imponerle el fajín de general.

Los actos fueron presididos por el teniente general jefe del Mando de Combate José Froilán Rodríguez Lorca quien hizo una síntesis de los servicios prestados por el general Moreno al Ejército del Aire.



Además significó la importancia que tiene el mando de la citada jefatura en la nueva estructura de la Fuerza del Ejército del Aire, como órgano responsable de dirigir, coordinar y evaluar todas las funciones del Sistema de Mando y Control y de la que dependen los tres Grupos de Mando y Control, el Grupo Móvil de Control Aéreo, los trece Escuadrones de Vigilancia y Control Aéreo, repartidos por todo el territorio nacional, y el Grupo de la Circulación Aérea Operativa con sus cuatro Escuadrillas, en total 24 Unidades responsables de la defensa aérea y más de 2000 profesionales dedicados, las 24 horas del día los 365 días del año, a la vigilancia y control del espacio aéreo de soberanía nacional.

Una vez finalizados los actos previstos se sirvió una copa de vino en el pabellón de oficiales de la Base Aérea de Torrejón.

RELEVO DE MANDO EN EL GRUPO MÓVIL DE CONTROL AÉREO

El 10 de julio tuvo lugar en el Acuartelamiento Aéreo de Tablada, el acto de relevo de mando de la Jefatura del Grupo Móvil de Control Aéreo, cesando en el mismo el coronel José Parejo - Bravo Morcillo y tomando posesión del mismo el coronel Esteban Pascual Hernando. El acto fue presidido por el general jefe del Mando Aéreo de Combate José Froilán Rodríguez Lorca, acompañado del general jefe del Sistema de Mando y Control Miguel Moreno Álvarez.

La formación estuvo compuesta por una Escuadrilla de Honores del GRUMOCA, así como Banda de Música, Escuadra de Gastadores y Estandarte de la Agrupación del Acuartelamiento Aéreo de Tablada, además de las diferentes formaciones del personal de la Unidad y representaciones invitadas de otras Unidades de Sevilla.

El general jefe del MACOM pasó revista a la formación, procediéndose a continuación a la lectura del nombramiento, tras lo cual se efectuó el relevo.

Tras la alocución del general jefe del MACOM, se pasó a entonar el himno del Ejército del Aire, seguido del homenaje a los caídos por la Patria; concluyendo el acto con un desfile de las fuerzas participantes encabezando el mismo una sección de automóviles y medios del GRUMOCA.





TOMA DE POSESIÓN DEL JEFE DEL ACUARTELAMIENTO AEREO LAS PALMAS

El 3 de agosto tuvo lugar en el Acuartelamiento Aéreo "Las Palmas", sito en Paseo de Chil nº 301, la toma de posesión del coronel Fernando Pérez Nicolás como jefe del Grupo del Cuartel General del Mando Aéreo de Canarias y jefe del Acuartelamiento Aéreo Las Palmas.

El acto fué presidido por el jefe del Mando Aéreo de Canarias, general de división José Jiménez Ruiz, con asistencia de diversas autoridades civiles y militares, así como de medios de comunicación social.



el vigía

Cronología de la Aviación Militar Española

"CANARIO" AZAOLA

Hace 80 años

Emblema

Barcelona 31 octubre 1927

El Real Decreto de la fecha, establece que podrá concederse el título de Aviador Militar Español Honorario, con derecho al uso permanente del emblema de Aeronáutica, a los individuos del Ejército, de la Armada y personal civil de países extranjeros que, por sus grandes vuelos o relevantes servicios aéreos, se consideren acreedores a tan señalada distinción.



El emblema será el que se establece por el Reglamento aprobado por RO de 16 de abril de 1913 para el servicio de Aeronáutica militar, sustituyéndose el color rojo del disco central, por los de la bandera nacional.

Hace 70 años

Salvado

Gijón 14 octubre 1937

Acribillado a balazos por algún caza de la apabullante fuerza alemana, que dejó a su "*Mosca*" sin mandos, el sargento Tarazona se ha visto obligado a saltar en paracaídas sobre el término de Noreña, no lejos de aquí. Lo hizo desde 4.000 metros, yendo a caer en la copa de un gran árbol.

Nota de El Vigía: Gravemente herido, ante la inminencia de la caída del frente del norte en manos de los sublevados, junto a varios compañeros fue evacuado a Francia de donde pasó a Valencia. Curadas sus heridas, en marzo de 1938 se integró en la 1ª Escuadrilla de "*Moscas*" y más adelante en la 3ª a las ordenes de Bravo, a quien luego relevó. En los numerosos combates en los que participó, llegó a anotarse 8 victorias, más alguna compartida. Refugiado en Francia tras cruzar por tierra el Pirineo, pudo abandonar el campo de concentración, dada su nacionalidad mejicana.



Ya en su tierra natal, voló en la *Mexicana de Aviación* hasta su jubilación; escribió sus memorias de guerra, tituladas *Sangre en el cielo* (1958) y dirigió la Escuela de Vuelo que llevó su nombre. Falleció en Cuernavaca el 1 julio de 1988.

Hace 50 años

¡Voló!

Sevilla 11 octubre 1957

A ultima hora de la mañana, pilotado por el capitán Pedro Santacruz, ha realizado su primer vuelo el *"Buchón doble mando"* oficialmente titulado HA-1112-M4L.

Nota de El Vigía: Bastantes años después, durante el rodaje de *"La Batalla de Inglaterra"*, de la que el célebre Adolf Galland fue asesor; este, se permitió recordar viejos tiempos, dando un vuelito en un "doble mando", con "Perico" Santacruz precisamente, quien como cazador participó activamente en el film.



Hace 65 años

Vuelo Sin Motor

Somosierra (Madrid) 14 octubre 1942

En la Escuela Experimental de Vuelo Sin Motor, bajo el sol de un despejado día de otoño, ha tenido lugar en sencilla e íntima ceremonia, la entrega de títulos a los alumnos de su Iª Promoción. Asistieron el jefe del Estado Mayor del Aire, el director general de Aviación Civil y otros jefes y oficiales de Aviación. Recibidos por los alumnos formados ante los planeadores, el director general dirigió unas palabras de salutación y agradeció la presencia del general Eduardo González Gallarza.

A continuación, Ramón Girona Godó, el primer piloto "A" formado en la Escuela, casi un niño, se destacó de la formación, y cuadrándose ante el general, pronunció unas emocionadas palabras, antes de prender en la guerrera del antiguo y prestigioso aviador, el emblema de Vuelo Sin Motor

Gallarza, manifestó la satisfacción y orgullo con que llevaría sobre el uniforme aquel emblema, prometiendo seguir interesándose, como hasta ahora, por esta importante rama de la Aviación, como medio seguro de lograr para la juventud española una formación aeronáutica preliminar lo más completa posible.

Los alumnos, cantando el himno *"Arriba aviones a volar"*, desfilaron marcialmente ante las autoridades que, luego de compartir mesa en una sencilla comida, con profesores y alumnos presenciaron algunos vuelos.

Hace 50 años

Medalla Aérea

Matacán octubre 1957

Recientemente, informábamos de la imposición, de la Medalla Aérea al primer suboficial que se había hecho acreedor a ella. La falta

de espacio, nos impidió relatar los méritos por los que el brigada Joaquín González Sánchez alcanzó tan preciada condecoración.

Miembro de una familia de 11 hermanos, Joaquín, nació el 29 de agosto de 1919 en la localidad salmantina de Sequeros. Soldado de reemplazo, fue movilizado por el Ejército Nacional, combatiendo en los frentes de Teruel y del Ebro hasta que, en septiembre de 1938, se incorporó en Málaga a la Escuela de Especialistas de Aviación, de donde con el título de Mecánico Motorista, pasó destinado a la Escuela de Transformación del Grupo Sur (Jerez), demostrando una gran afición por el vuelo. Con el empleo de cabo 1º, en agosto de 1941 se incorporó en Alcalá de Henares al 11º Grupo de bombardeo (Regimiento Mixto Nº 1) Aquí, como testimoniaría la Orden del Día, se elo-



giaba su valerosa actuación, con ocasión del accidente del Junkers Ju-52 (T.2-92) ocurrido en Labajos (Segovia) el 5 de octubre de 1944. Al año siguiente, es destinado a la Escuela de Vuelos Sin Visibilidad de Matacán, luego Escuela Superior del Vuelo, y más tarde a la recién creada Escuela Básica de Pilotos, donde continuaría su ejemplar vida aeronáutica. Realiza más de 1.000 vuelos nocturnos con alumnos pilotos y 2.830 horas en "su" Junkers Ju-52 (22-92) de factura alemana. El mismo que, protagonizando una autentica hombrada, salvó de ser arrastrado por el viento e inutilizado como ocurrió a otros aparatos situados junto a él, con ocasión del vendaval que azotó Matacán el 29 de enero de 1948. Todo ello contribuyó a que, por Decreto de la Jefatura del Estado de 10 de mayo de 1957: *En consideración a los distinguidos servicios y ejemplares circunstancias que concurren en su historial aeronáutico; visto el informe favorable del Consejo Superior Aeronáutico y a propuesta del Ministro del Aire*, se le concediera la Medalla Aérea.

Nota de El Vigía: Ya en 1955, el sargento González Sánchez, quien había acumulado 5.724 horas de vuelo, comenzó a padecer las dolencias que le acompañarían el resto de su vida. Diversas patologías relacionadas con el oído, desencadenadas a raíz de una rotura de tímpanos producida en uno de sus vuelos, generaron una pérdida de audición que llegó a ser casi total. Frecuentes estancias hospitalarias, licencias por enfermedad, paso a la situación de reemplazo por enfermo, hasta que en 1970 ingresaba en el Cuerpo de Mutilados con la clasificación de mutilado permanente en acto de servicio.

Comandante en 1979, a su fallecimiento el 1 de junio de 2006 fue ascendido honoríficamente a teniente coronel. Como colofón, no nos resistimos a publicar la carta que con el título *Don Joaquín González salmantino de honor,* publicó La Gaceta Regional el 26 de enero de 2000, de la que extractamos lo mas sustancial:

"Hace unos días tuve el placer de saludar a don Joaquín González, hace años ya jubilado creo que con el grado de teniente coronel. Lo conocí con ocasión de mi servicio militar en el aeródromo de Matacán en los años 47 y 48. Era entonces sargento mecánico del Arma de Aviación y en aquel tiempo se hablaba mucho de sus gestas y proezas a bordo de aquellos viejos y casi prehistóricos aviones alemanes Junkers.

Hubo en esa época varios accidentes graves y en uno de ellos, por su valor, pericia, abnegación y heroísmo, no solo consiguió salvar un avión y quizás la vida de los demás tripulantes, amén de otros casos en los que puso de manifiesto sus magnificas cualidades. Se convirtió en un verdadero ídolo para todos nosotros, hasta el punto de que yo lo comparaba con Bill Barnes, el mítico héroe de la aviación de mis novelas juveniles .

Por mi destino en la oficina de Vuelos de la Escuadrilla, pude disfrutar de la amabilidad de su trato, por lo que más que un superior se convertía en un verdadero amigo. Por todo ello supo granjearse el aprecio y cariño de los altos mandos que le premiaron con ascensos y condecoraciones

Hoy y desde estas líneas, después de comprobar que sigue con la modestia y simpatía que siempre le caracterizó, solo me resta desearle una muy larga y feliz jubilación. Me cuadro ante Vd, don Joaquín, y siempre a sus ordenes. Manuel Ingelmo Cascón.



Hace 50 años

Virtuosos

Matacán octubre 1957

Creada la Escuela Básica de Pilotos, como paso inicial para la actualización de nuestros aviadores y dotada del excelente T-6 "Texan", hará dos años que un puñado de sus más virtuosos y entusiastas profesores, formaron una patrulla acrobática que pondría de manifiesto la destreza alcanzada con el nuevo material. Tras su exitoso debut en el Campo del Calvario salmantino, superándose día a día, triunfaron en los festivales de Santander, Barcelona, Manises y en Matacán, aún el mes pasado. He aquí sus pilotos; de pie, entre los capitanes Luis Fernández Roca y Antonio Sánchez Lanuza, su "leader", el comandante Alejandro Liniers Pidal. Agachados: los capitanes Julio Canales Morales y Jesús Maestro Cabezas.

Desde estas líneas, les deseamos muchos éxitos.

Hace 65 años

Emergencia

Zaragoza 6 octubre 1942

A fin de realizar prácticas de vuelo nocturno, al atardecer partió del aeródromo de Valenzuela con destino Sevilla, el Heinkel He-111 (25-85). Lo pilotaba el coronel Teodoro Vives, con una tripulación compuesta por el capitán Rafael Ibarra, los tenientes Ignacio Muñoz, Fernando Abós y Mariano Torrero; los alféreces Emiliano Escalona (mecánico) y Jesús Romero (radio) así como el cabo Pedro Sacristán (radio).

A los 35 minutos de vuelo encontraban el anunciado núcleo tormentoso que afectaba a la región central de la península. Las fuertes descargas eléctricas, que les obligaron a recoger frecuentemente la antena colgante, dificultando con ello la comunicación, aconsejaron el regreso. En ello estaban, cuando una nueva información de Sevilla dando mejores condiciones, les decidió intentarlo de nuevo sobrevolando la zona tormentosa, pero al encontrar nuevos núcleos, y no poder establecer comunicación con Sevilla ni con el radiofaro de Carmona, cundió la alarma.

Justos ya de combustible, disponiendo para tan solo 5 minutos, puesto que llevaban 3 horas 25 minutos de vuelo, al encontrar un claro en las inmediaciones de Ciudad Real, el coronel ordenó el salvamento de la tripulación, que se efectuó arrojándose en paracaídas y haciéndolo él en último lugar. Salvo leves contusiones, la llegada a tierra de noche cerrada, no revistió novedad.

50 años de exploración espacial

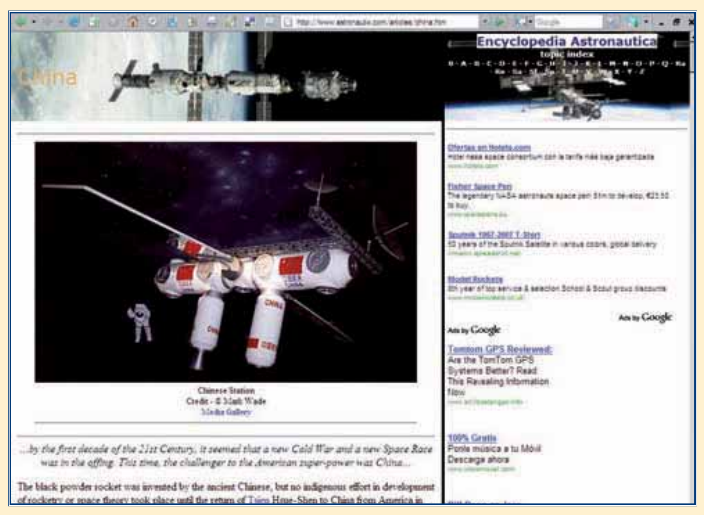
ROBERTO PLÁ
Teniente coronel de Aviación
http://robertopla.net/

Hay una historia oficial de la conquista del espacio jalonada de fechas y de nombres de sobra conocidos. Otra versión de esta historia recibió el nombre de "*carrera espacial*" que es una forma de decir que había una disputa de carácter político y propagandístico en plan "a ver quien mea más lejos" entre dos potencias que convirtieron el espacio en un paradigma de su peligrosa confrontación armamentística.

Pero hay otra historia que habla de la aventura de descubrir el universo y de viajar por él. Se inició en el momento en el que alguien pensó en viajar por las estrellas, escapar de nuestro pequeño planeta y viajar por el espacio. Después de aquel soñador se han sucedido otros muchos que han hecho posible realizar ese sueño.

Como homenaje a esos soñadores y a los millones de aventuras y sueños que supone la astronáutica, me he dedicado a buscar en la red aspectos de los viajes espaciales que se escapen de los cuatro que mencionamos siempre. Hay muchos más de los que me caben en estas líneas, pero la red también es un campo de exploración cuya extensión tiende al infinito. O no.

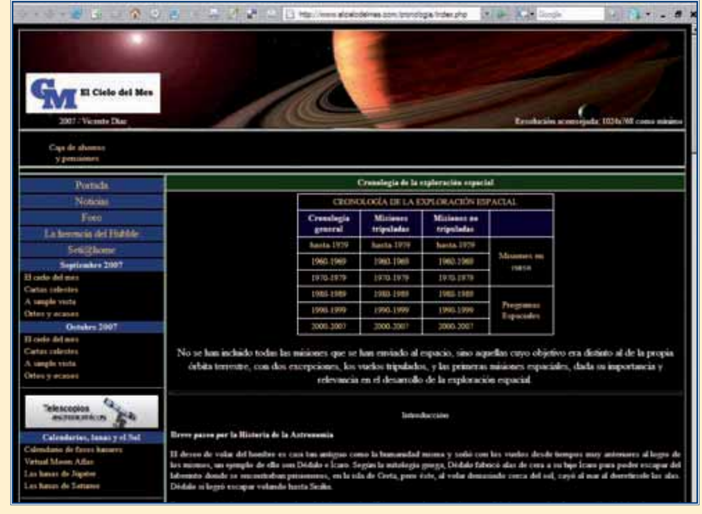
Sondas espaciales ha cumplido 5 años en la red ya que se inició su publicación en junio de 2002, disponiendo de dominio propio desde noviembre de ese mismo año. Es una de las webs sobre exploración espacial en español de



http://www.astronautix.com/
Encyclopedia Astronautica. Con interesantes artículos,...pero en inglés.



http://espacial.org/
Un magazine electrónico hecho desde Mendoza, Argentina.

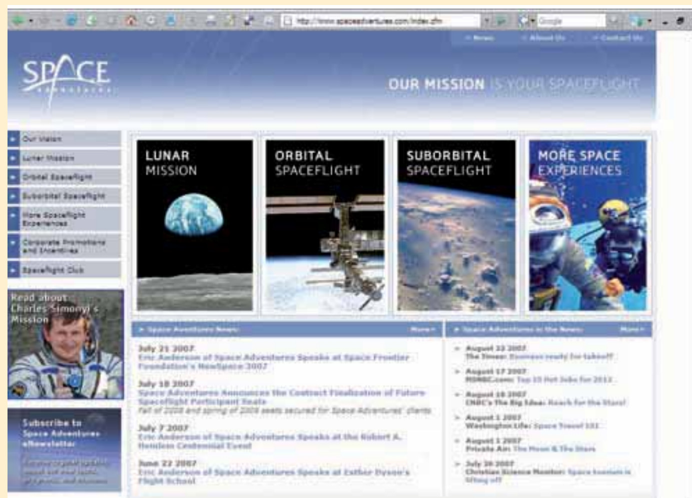


http://www.elcielodelmes.com/cronologia/
El cielo del Mes. Cronograma de los viajes espaciales.



http://www.planetary.org/home/
Planetary Society. Participar en el impulso de la exploracion espacial.





http://www.sondasespaciales.com/
Sondas Espaciales. Sin duda el mejor portal en español sobre el tema del espacio.

http://www.spaceadventures.com/
Space Adventures. Turismo espacial.

mayor calidad y más popular. Desde el principio su objetivo ha sido "facilitar toda la información e imágenes disponibles a cualquier persona que esté interesada en las misiones a otros mundos y en la exploración del Sistema Solar, de forma que pueda estar al día de todas las noticias y descubrimientos, sin que para ello sea necesario visitar veinte páginas en inglés". Contribuye de esa forma a remediar el lamentable aspecto de los contenidos en Español en la red donde muchas veces para acceder a la información es imperativo conocer el inglés y donde el panorama de los contenidos en español no responde ni al peso de nuestra lengua en el mundo ni a la producción científica en español.

En Mendoza, Argentina, y desde octubre de 2004 se publica espacial.org una revista electrónica no comercial, independiente, destinado a la divulgación de la astronomía, la astronáutica y otros temas afines.

El mundo lo mueven los sueños, pero también la economía. Por eso los que persiguen convertir la exploración espacial en un negocio rentable están garantizando su futuro.

Según su propia página, Orbital es uno de los principales fabricantes del mundo de sistemas espaciales y de lanzamiento pequeños y accesibles. Fundada en 1982, la compañía ha sido pionera desarrollando nuevas clases de cohetes, de satélites y de otras tecnologías espaciales que hacen las ventajas de espacio más accesibles y útiles a millones de personas en la tierra. Con su sistema Pegasus España puso en órbita el nanosatélite Minisat 01, construido hasta su último tornillo con tecnología propia.

Scaled Composites LLC, es una compañía de desarrollo de materiales compuestos específicos para la industria aeroespacial situada en el desierto de Mojave, California (unos 130 kilómetros al norte de Los Ángeles). Fundada en 1982 por Burt Rutan, Scaled Composites tiene amplia experiencia en diseño de aeronaves, útiles de fabricación, análisis, fabricación, y prueba de vuelo de naves con estructura de materiales compuestos y resinas. La compañía adquirió renombre internacional cuando uno de sus diseños se convirtió en la primera nave privada en órbita terrestre.

La empresa norteamericana "Space Adventures", pone a disposición de todos aquellos que se lo puedan permitir, la posibilidad de realizar vuelos espaciales orbitales en una nave suborbital, actualmente en desarrollo. Pero las ofertas no acaban aqui. Cruceros de órbita lunar, aterrizajes en la luna o estancias completamente incómodas en la estación espacial se anuncian como los cruceros por el Mediterráneo o una semana en el Caribe. En España la agencia Destinia ofrece estos productos y se comenta que el propietario de una conocida administración de loteria en la provincia de Lérida será el primer turista espacial español.

Otros paises intentan hacerse un hueco en la exploración del espacio. Yang Liwei, de 38 años de edad, un teniente coronel del Ejército Popular de Liberación (EPL) de China, pilotó la primera nave espacial tripulada china "Shenzhou V", que despegó en la mañana del miércoles 15 de octubre de 2003 del Centro de Lanzamiento de Satélites de Jiuquan, en la provincia noroccidental china de Gansu. De esta forma el gigante asiático reclamaba con todos los honores su puesto entre las potencias espaciales. El éxito de la misión fue reconocido y aplaudido por las principales agencias espaciales y convierte a China en el tercer polo de vuelo espacial que está desarrollándose al rápido ritmo del crecimiento económico en el inmenso país.

Los caminos siguen abiertos, cada fracaso abre la puerta a nuevos estudios. en junio de 2005 una nave impulsada por viento solar fue lanzada al espacio desde un submarino ruso. Aunque la misión resultó un fracaso se perfila como prototipo de las naves que se utilizarán en los vuelos interplanetarios del futuro. La Cosmos 1 ha sido desarrollada por la Planetary Society, una institución privada fundada por Carl Sagan en 1980, que se dedica a numerosos proyectos de investigación astronómica, así como a la exploración de Marte, objetos próximos a la Tierra o la búsqueda de vida extraterrestre. Habrá correcciones en los cálculos, nuevas pruebas, nuevos intentos y más soñadores que seguirán abriendo puertas, porque 50 años no son nada. ■



Russian Aerospace

Tomasz Szulc
Military Technology. Vol XX-XI. Issue 8. 2007

MILITARY TECHNOLOGY

Las luchas fraticidas entre las industrias rusas para acceder a determinados contratos han finalizado, para ello el presidente Putin firmó un decreto, en febrero de 2006, que imponía el final de las mismas, con el firme propósito de apoyar internacionalmente desde el propio gobierno la introducción de los sistemas de armas rusos en el mercado mundial.

Gracias a ello determinadas industrias que habían visto decrecer enormemente sus carteras de pedidos ven ahora el futuro de forma muy diferente, a lo largo del artículo se exponen los constructores más significativos, resaltando algunos de sus proyectos más novedosos.

Entre los destacados figura Sukoi, con su sistema de armas más significativo, el Su-30 en sus diferentes versiones; el Su-27 y su demostrador Su-37 BERKUT, con el diseño aerodinámico más avanzado.

Otro de los grandes es MiG, durante muchas décadas el mayor exportador con su modelo del MiG-21, y que actualmente destaca con sus sistemas MiG-29, y MiG-35, en el que se han recogido todas las experiencias del modelo 29, añadiéndosele los últimos avances tecnológicos.

Entre los constructores de helicópteros figuran dos clásicos Mig con sus modelos Mi-24 y Mi-28; y Kamov especialista en el rotor coaxial, suministrador de los sistemas para la armada.



La Darpa propulse le bombardier à Mach 6

Alexandre David Szames
AIR & COSMOS. No 2089. 31 août 2007.

AIR&COSMOS Aviation INTERNATIONAL

Dentro de una amplia variedad de programas que la agencia norteamericana Darpa está desarrollando, se encuentra una plataforma estratégica con capacidad espacial, que estaría operativa, en caso de seguir adelante los estudios iniciados alrededor del año 2003, en el año 2025, con ello se dotaría a las fuerzas armadas de un sistema de armas capaz de llegar a cualquier lugar del globo en un corto espacio de tiempo, ya que su velocidad alcanzaría Mach 10.

Antes de llegar a este resultado final, se tienen que efectuar con éxito, diferentes pruebas en los prototipos iniciales, que con menores pretensiones se tiene previsto desarrollar, son los denominados HTV (Hypersonic Test Vehicle), drones experimentales hipersónicos, en ellos se experimentarán los últimos avances tecnológicos. En cuanto al sistema de propulsión (motores de ciclo combinado), estructura, materiales empleados, sistemas de navegación, etc. El HTV-3X (resultado final), fue presentado por la agencia Darpa, como primicia, en Anaheim (California).

Para llegar a este prototipo se pasará por los modelos HTV-1 (sin armamento), y posteriormente a los modelos 2a y 2b, que volarán respectivamente en los años 2008 y 2009, para efectuar los primeros ensayos en vuelo, en la primavera del año 2012, el HTV-3 con velocidad Mach 6.





The Air Force Starts Over

John A. Tirpak
AIR FORCE Magazine. Vol 90 No 8. August 2007.



Hace un año la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, llegaba a determinar en un plan cuales serían sus objetivos prioritarios en los próximos años, todo ello siempre supeditado por un lado a los inevitables recortes presupuestarios y por otro a los posibles cambios en los requerimientos operativos resultado de los estudios sobre el desarrollo de las operaciones en curso.

Como era previsible la decisión de la Casa Blanca de incrementar el personal perteneciente a los Marines y al Ejército de Tierra en cerca de 92.000 efectivos, ha determinado algunos cambios en los planes programados, teniendo en cuenta que la fuerza aérea ya tenía previsto incrementar sus efectivos en no menos de 1.000 efectivos.

En breve se tomarán algunas decisiones sobre la organización y diversos programas, pero mientras esto se produce se han establecido una serie de prioridades en las adquisiciones. En el artículo se describen algunas de las ya adoptadas, siendo por orden de preferencia las siguientes: el KC-X, el sistemas de reabastecimiento en vuelo para la sustitución de los KC-135E; el CSAR-X, el nuevo helicóptero de búsqueda y rescate de combate; los sistemas espaciales; el F-35; y por último un nuevo bombardero que se debería de desplegar en el año 2018.



E-2D Flies

David A. Fulghum
AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY. Vol 167 No 7. 13 august 2007.



La Armada de los Estados Unidos, en estos últimos días ha completado los primeros vuelos en nuevos sistemas de armas, que pasarán en breve a formar parte de su inventario, y sobre los que descansarán en los próximos años parte de la columna vertebral de los medios aéreos de la Armada estadounidense, estos medios son el EA-18G Growler, el F-35 Joint Strike Fighter; el Block 2 F/A-18F, y el sistema que se describe en el artículo el más moderno AWACS en el mundo, el Northrop Grumman E-2D Advanced Hawkeye.

Poco hay que hablar sobre este sistema de armas, el E-2 Hawkeye, que ha desarrollado con gran éxito su extensa vida operativa siempre a plena satisfacción de sus operadores en todo el mundo. En su nueva vida que ahora comienza (el primer vuelo lo efectuó el pasado 3 de agosto), se empiezan a evaluar sus nuevos sistemas empezando por su planta de potencia el Rolls-Royce T56-A-427, y sobre todo su nueva antena.

Si estos primeros vuelos (están previstos unos 350 vuelos), se desarrollan sin incidentes, en noviembre se empezará la evaluación operativa, para entrar en servicio alrededor del año 2011, estando previsto inicialmente que unas 75 plataformas formen parte del inventario de la Armada norteamericana.



¿sabías que...?

• ha sido aprobada en la Comisión de Defensa del Congreso la Ley de la Carrera Militar?
Al estar dotada la Comisión de competencia legislativa plena para su tramitación, no ha pasado del Pleno de la Cámara y ha sido enviada al Senado, donde proseguirá el debate. Entrará en vigor a partir del 1 de enero de 2008. (Revista Española de Defensa núm. 231, junio 2007).

• los Departamentos de Defensa de España y los Estados Unidos de América han acordado las Normas Reguladoras sobre la actuación en España del Servicio de Investigación Criminal Naval (NCIS) y la Oficina de Investigaciones Especiales de la Fuerza Aérea (AFOSI) de los Estados Unidos? (BOD núm. 141, de 19 de julio de 2007).

• ha sido creada, en el Ejército del Aire, la Dirección de Seguridad y Protección de la Fuerza?
Se suprime la Sección de Seguridad y Defensa de la División de Operaciones del Estado Mayor y la nueva Dirección queda adscrita a su Secretaría General. (Instrucción núm. 109/2007, de 26 de julio, del jefe del EM del Aire. BOD núm. 158, del 13 de agosto de 2007)..

• el Ejército del Aire ha recibido el primer P-3B modernizado?
El programa de modernización está dirigido exclusivamente a la modernización de los equipos sin incluir la estructura de la plataforma, la aviónica, motores y armamento. Incluye la instalación del Sistema Táctico de Misión (STM), así como de nuevos sensores, sistemas de comunicaciones y navegación. (Revista Española de Defensa núm. 231, de junio de 2007).

• han sido modificadas las normas sobre jornada y horario de trabajo, vacaciones, permisos y licencias de los Militares Profesionales de las Fuerzas Armadas?
Se refiere a situaciones derivadas de nacimiento de hijos y de días de permiso anual por asuntos propios. (OM 107/2007, de 26 de julio. BOD núm. 151, de 2 de agosto de 2007).

• se ha firmado un acuerdo entre España y la Organización sobre la Prohibición de Armas Químicas (OPAQ), sobre los privilegios e inmunidades de la OPAQ? (BOE núm. 197, de 17 de agosto de 2007).

• se ha regulado el sistema geodésico de referencia oficial en España?
Sobre él se debe compilar toda la información geográfica y cartografía oficial, permitiendo una completa integración de la información geográfica y de la cartografía oficial española con la de otros países europeos y con los sistemas de navegación. (Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio. BOD núm. 172, de 3 de septiembre de 2007).

• se ha modificado parcialmente el anexo 1 del Decreto 1675/1972, de 26 de junio, relativo a las tarifas por ayudas a la navegación aérea (Eurocontrol)? (Orden FOM/2306/2007, de 19 de julio. BOE núm. 182, de 31 de julio de 2007).

• la Subsecretaría de Defensa ha publicado el Convenio de colaboración entre el Ministerio de Defensa y la Comunidad de Madrid en materia de asistencia sanitaria y para la realización de determinadas actuaciones en el terreno de la formación, de la participación de la sociedad civil en la defensa nacional y de la optimización de los recursos sanitarios?
Se refiere fundamentalmente a la prestación de asistencia sanitaria especializada a los usuarios del Sistema Sanitario Público de la Comunidad de Madrid por parte del Hospital Central de la Defensa "Gómez Ulla". (Resolución 87/2007, de 4 de julio. BOD núm. 138, de 16 de julio de 2007).

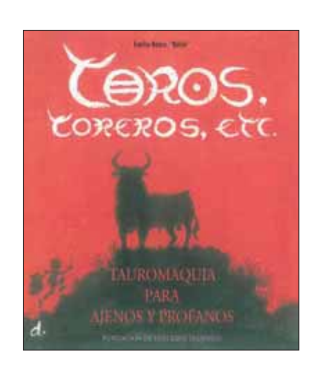
• se ha delegado en determinadas autoridades la facultad de conceder o cesar, al personal militar, en la percepción del complemento de dedicación especial por los conceptos de especial rendimiento y atención continuada?
En el Ejército del Aire al jefe del Componente Nacional del Centro de Operaciones Aéreas Combinadas de Torrejón para el personal destinado en el citado organismo. (Resolución 99/2007, de 28 de junio. BOD núm. 146, de 26 de julio de 2007).

• se ha aprobado la convocatoria de plazas en la Residencia de Acción Social de Descanso "Archena" para el año 2008?
Aunque sus beneficiarios son los Militares del Ejército de Tierra y Cuerpos Comunes adscritos a la Acción Social del Ejército de Tierra, en caso de existir plazas sobrantes podrán ofrecerse a militares de los otros Ejércitos y Guardia Civil. (BOD núm. 139, de 17 de julio de 2007).

• la Dirección General de Trabajo ha registrado y publicado el acta en el que se contiene el acuerdo sobre aplicación a las tablas salariales de 2007, de determinados incrementos de masa salarial y fondos adicionales pendientes de aplicar correspondientes al periodo 2004-2007, del II Convenio colectivo único para el personal laboral de la Administración General del Estado. (BOE núm. 213, de 5 de septiembre de 2007).

• ha sido aprobada la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos? (BOE núm. 150, de 23 de junio de 2007).

Bibliografía



TOROS, TOREROS, ETC. TAUROMAQUIA PARA AJENOS Y PROFANOS. Emilio Dáneo Palacios, "Dátile". Volumen de 159 páginas de 22x24 cm. Anexo de la Revista de Estudios Taurinos. Edita la Fundación de Estudios Taurinos. C/ Adriano, 33 2º B. 41001 Sevilla.

Libro sorprendente donde los haya. Porque en él hay dos lenguajes, la palabra escrita y el dibujo, que se complementan armoniosamente para facilitarnos a los profanos y a los que son o se creen entendidos un gran conocimiento del mundo taurino. Los dibujos humorísticos tan característicos de nuestro admirado "Dátile" van describiendo con gran maestría todos y cada uno de los aspectos del toreo y del mundo que lo rodea. El lenguaje escrito, algo irónico o distante, va acompasado a los dibujos (o viceversa) y nos describe todos y cada uno de los actores de las corridas de toros y también de lo que hay antes, en paralelo y después. Pero sobre todo la verdad de lo que se ve y de lo que no se ve en el espectáculo taurino. La lectura del volumen se hace muy entretenida, con la ventaja de que por su estructuración editorial nos permite acudir con facilidad al aspecto de la lidia por el que estemos interesados en un determinado momento. Algunos Personajes, con mayúscula, del mundo taurino o de la actualidad son caricaturizados con gran acierto y maestría. Verdaderamente se trata de un libro importante y un verdadero éxito de nuestro genial autor.

UNA GUERRA ROMÁNTICA, 1778-1783. ESPAÑA, FRANCIA E INGLATERRA EN LA MAR. Juan Alsina Torrente. Volumen de 495 páginas de 17x24 cm. Publica el Instituto de Historia y Cultura Naval. Edita el Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica. Octubre de 2006.

Desde la derrota de la Armada Invencible a manos de los ingleses, en su intento de desembarcar en Gran Bretaña, España perdió su hegemonía de gran potencia naval. En la Guerra que sostuvimos, aliados a Francia, contra Inglaterra entre los años 1778 y 1783, para apoyar la rebelión de las colonias británicas en Norteamérica, hubo una ocasión en la que Inglaterra estuvo bastante indefensa ante la amenaza de invasión por parte de una Armada franco-española que se había formado con ese fin. En la ocasión de la Armada Invencible fueron los vientos y en 1778 la peste lo que impidió que los marinos ingleses fueran seguramente derrotados y su territorio invadido. Ellos lo atribuyeron a la Providencia. En este interesante volumen se nos relatan todas las vicisitudes de esta guerra naval que terminaría en 1783 con la firma de la Paz de Versalles por la que España recuperó entre otros territorios la Isla de Menorca, pero en la que no se pudo recuperar Gibraltar, a pesar de los grandes esfuerzos que se realizaron para poner sitio a la plaza y rendir a los ilegítimos ocupantes ingleses. Se trata de un gran trabajo de investigación histórica de una época y unos hechos que a menudo son olvidados, quizás intencionadamente.



SANIDAD MILITAR EN LAS OPERACIONES HUMANITARIAS Y DE PAZ. Francisco Martín Sierra. Opúsculo de 63 páginas de 14,7x21 cm. Publica la Inspección General de Sanidad de la Defensa. Edita el Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica. Mayo de 2007.

La Sanidad Militar española tiene una gran tradición de haber actuado en cualquier parte del mundo, allá donde hayan llegado en el pasado nuestras tropas en acciones de guerra o de paz. Pero es en los últimos años, con la participación en las operaciones de mantenimiento de la paz con los contingentes militares internacionales o en los desastres humanitarios ocurridos, cuando estas acciones han aparecido con bastante frecuencia en los medios de comunicación, llamando la atención del gran público al poner de relieve la organización y modernos medios así como la gran efectividad de los equipos médicos militares españoles actuando junto a nuestras tropas, no solo para atender a nuestros soldados o de los ejércitos aliados, sino también atendiendo a la población civil afectada por esas guerras o catástrofes. En este pequeño volumen se nos relata cronológicamente las actuaciones de nuestros equipos médicos expedicionarios, comenzando por la actuación en el terremoto de Agadir (Marruecos) ocurrido en el año 1960, y finalizando en septiembre de 2006, con la actuación en el último conflicto civil del Líbano. Se trata de una información breve que tiene por finalidad difundir el conocimiento de la actuación de nuestra Sanidad Militar en el exterior, en las operaciones humanitarias y de paz o de catástrofes en los que España estuvo presente.

LA TRANSFORMACIÓN DE LA FUERZA AÉREA PARA REALIZAR OPERACIONES BASADAS EN EFECTOS (EBAO). Cátedra Alfredo Kindelán, XVI Seminario Internacional. Volumen de 294 páginas de 21x29,5 cm. Publica el Centro de Guerra Aérea del Estado Mayor del Ejército del Aire. Edita el Ministerio de Defensa, Secretaría General Técnica, Mayo de 2007.

Esta vez el Seminario Internacional de la Cátedra Alfredo Kindelán ha tratado un tema bastante nuevo que todavía está siendo debatido en los niveles más altos de la OTAN y de los ejércitos de los países pertenecientes a la misma. Ha sido bastante oportuno el haber tratado y obtenido conclusiones acerca de cómo se deberá conformar la fuerza aérea para actuar en unas operaciones en las que su planeamiento y ejecución está realizado partiendo de la definición de la situación final a la que queremos llegar. El volumen contiene las actas de participación de los importantes conferenciantes que intervinieron, tanto del Ejército del Aire, como de militares de la OTAN y civiles de la industria aeronáutica española. También los puntos principales y conclusiones de las cuatro áreas en las que fue dividido el Grupo de Trabajo del Seminario, en el que formaban parte militares y un civil de 18 países. Igualmente se presentan los resúmenes biográficos de todos y cada uno de los participantes, Lógicamente, también se incluyen los discursos de las Autoridades Militares que inauguraron y clausuraron esta importante reunión anual. El volumen contiene los textos con su versión en lengua inglesa y además acompañado de un CD que reproduce el propio libro. El formato de la edición mantiene la presentación tradicional de casi todos los años.

